



ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
(до 2016 года «Вестник
Костромского государственного
технологического университета»)

Издается с 1999 года

2 0 2 2

№ 3(57)

ОКТЯБРЬ

TECHNOLOGIES & QUALITY

SCHOLARLY JOURNAL
(up to 2016 “Bulletin
of the Kostroma State
Technological University”)

Appears since 1999

2 0 2 2

№ 3(57)

OCTOBER

Реферируемое издание ВИНТИ Российской академии наук

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) с 2011 года

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий (Перечень ВАК),

в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций
на соискание ученой степени кандидата наук,
на соискание ученой степени доктора наук
по следующим отраслям:

2.6.16. Технология производства изделий текстильной
и легкой промышленности (технические науки),

5.10.3. Виды искусства. Техническая эстетика и дизайн (искусствоведение)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор

СВЕТЛАНА ГЕННАДЬЕВНА СМИРНОВА
кандидат технических наук, доцент,
Костромской государственной университет

Ответственный редактор

ПАВЕЛ НИКОЛАЕВИЧ РУДОВСКИЙ
доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

СЕРГЕЙ ИЛЬИЧ ГАЛАНИН

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

АЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ ГРЕЧУХИН

доктор технических наук, доцент,
Костромской государственной университет

ЛЮДМИЛА ЮРЬЕВНА КИПРИНА

кандидат технических наук, доцент,
Костромской государственной университет

МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ КИСЕЛЕВ

доктор технических наук, доцент,
Костромской государственной университет

ЖАННА ЮРЬЕВНА КОЙТОВА

доктор технических наук, профессор,
Санкт-Петербургская государственная
художественно-промышленная академия
им. А. Л. Штиглица

МИХАИЛ ОЛЕГОВИЧ КОЛБАНЕВ

доктор технических наук, профессор,
Санкт-Петербургский государственный
экономический университет

АНДРЕЙ РОСТИСЛАВОВИЧ КОРАБЕЛЬНИКОВ

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

АЛЕКСЕЙ ЮРЬЕВИЧ МАТРОХИН

доктор технических наук, профессор,
Ивановский государственный политехнический университет

СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ ПАЛОЧКИН

доктор технических наук, профессор, Московский
государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

НАДЕЖДА АНАТОЛЬЕВНА СМИРНОВА

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

ГАЛИНА ГЕОРГИЕВНА СОКОВА

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

БОРИС АЛЕКСАНДРОВИЧ СТАРОВЕРОВ

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

ЕВГЕНИЙ ЯКОВЛЕВИЧ СУРЖЕНКО

доктор технических наук, профессор,
Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна

ВЕЙЛИН СЮ

профессор, Уханьский текстильный университет (КНР)

САЛОХИДДИН ЗУНУНОВИЧ ЮНУСОВ

доктор технических наук, профессор,
Российский государственный университет нефти и газа
(НИУ) им. И. М. Губкина (филиал, г. Ташкент)

EDITORIAL BOARD STAFF:

Editor-in-chief

SVETLANA GENNADIEVNA SMIRNOVA
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Kostroma State University

Executive Secretary

PAVEL NIKOLAEVICH RUDOVSKY
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

SERGEY ILICH GALANIN

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

ALEXANDER PAVLOVICH GRECHUKHIN

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
Kostroma State University

LYUDMILA YURIEVNA KIPRINA

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Kostroma State University

MIKHAIL VLADIMIROVICH KISELEV

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
Kostroma State University

ZHANNA YURIEVNA KOYTOVA

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Saint Petersburg State
Academy of Art and Design
named after A. L. Stieglitz

MIKHAIL OLEGOVICH KOLBANEV

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Saint Petersburg State
University of Economics

ANDREY ROSTISLAVOVICH KORABELNIKOV

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

ALEKSEY YURIEVICH MATROHIN

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Ivanovo State Polytechnic University

SERGEY VLADIMIROVICH PALOCHKIN

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Bauman Moscow State Technical University

NADEZHDA ANATOLEVNA SMIRNOVA

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

GALINA GEORGIYEVNA SOKOVA

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

BORIS ALEKSANDROVICH STAROVEROV

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

EVGENIY YAKOVLEVICH SURZHENKO

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Saint-Petersburg State University
of Industrial Technologies and Design

WEILIN XU

Professor, Wuhan Textile University (China)

SALOHIDDIN ZUNUNOVICH YUNUSOV

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Branch of Gubkin Russian State University of Oil and Gaz
(National research University) in Tashkent

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Буслаев С. Н., Иванова О. В.
Прогнозирование жесткости полульняных тканей

Адиатова Д. А., Антонова М. В.
Влияние срока хранения
на эффективность огнезащитных композиций
для текстильных материалов

ТЕХНОЛОГИЯ И ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СЫРЬЯ

**Богачева С. Ю., Мещеряков А. В.,
Гольцева Т. Л.**
Аналитическое моделирование натяжения нити
на системе поверхностей

Землякова И. В., Чебункина Т. А.
Стохастическая модель,
описывающая распределение длин нитей
в петле петельного ряда трикотажного полотна

**Панин М. И., Гареев А. Р., Карпов А. П.,
Корчинский Н. А., Калугина К. Е.**
О структурах намотки мотальных паковок,
их названиях и областях применения
при армировании композиционных материалов

**Фефелова Т. Л., Трифонова Л. Б.,
Сокова Г. Г., Бойко С. Ю.**
Анализ текстильных материалов, используемых
для защиты от электромагнитного излучения

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Попов М. Д., Логинова А. А., Денисов А. Р.
Инструмент выявления
паттернов поведения студентов КГУ
на основе алгоритмов PROCESS MINING

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Букина С. В., Ситникова Т. А.
К вопросу определения условий
оптимального пуска машинного агрегата

MATERIAL SCIENCE IN THE FIELD OF TEXTILE WORKS AND LIGHT INDUSTRY

5 Buslaev S. N., Ivanova O. V. 5
Prediction of the rigidity of semi-linen fabrics

10 Adiatova D. A., Antonova M. V. 10
Influence of shelf life on the effectiveness
of flame retardant compositions
for textile materials

TECHNOLOGY AND PRIMARY PROCESSING OF TEXTILE FABRICS AND RAW MATERIALS

**14 Bogacheva S. Yu., Meshcheryakov A. V.,
Gol'ceva T. L. 14**
Analytical modelling of thread tension
on a system of surfaces

20 Zemlyakova I. V., Chebunkina T. A. 20
Distribution of the lengths
of the threads in the loop of the loop row
of the knitted fabric

**24 Panin M. I., Gareev A. R., Karpov A. P.,
Korchinsky N. A., Kalugina K. E. 24**
About the winding structures of winding
packages, their names and their applications
in the reinforcement of composite materials

**30 Fefelova T. L., Trifonova L. B.,
Sokova G. G., Boyko S. Yu. 30**
Analysis of textile materials used for protection
against electromagnetic radiation

INFORMATION TECHNOLOGIES

34 Popov M. D., Loginova A. A., Denisov A. R. 34
A tool for revealing behaviour
patterns of Kostroma State University students
based on PROCESS MINING algorithms

TECHNOLOGICAL MACHINERY AND EQUIPMENT

39 Bukina S. V., Sitnikova T. A. 39
On the issue of determining the conditions
for optimal start-up of the machine unit

ДИЗАЙН**Рыбакова И. В., Галанин С. И.**Дизайн и технологии
в мировой истории эмальерного дела:
от зарождения эмальерной техники
до эмалей Древней Руси**Лебедева Т. В., Романовская В. С.**Исследование декоративных возможностей
отходов эмалевого производства**Денисова О. И., Сурженко Е. Я.**Анализ эволюции
деловой корпоративной моды**ТРЕБОВАНИЯ****К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ****DESIGN****42 Rybakova I. V., Galanin S. I. 42**
Design and technology
in the world history of enamelmaking:
from the origin of enamel technology
to the Old Rus' enamels**48 Lebedeva T. V., Romanovskaya V. S. 48**
Investigation of decorative possibilities
of enamel production waste**56 Denisova O. I., Surzhenko E. Ya. 56**
Cultural analysis of the evolution
of business corporate fashion**61 REQUIREMENTS 61**
TO REGISTRATION OF ARTICLE

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Научная статья

УДК 677.017

EDN YGPyNHK

doi 10.34216/2587-6147-2022-3-57-5-9

Сергей Николаевич Буслаев^{1,2}

Ольга Владимировна Иванова²

¹Институт пищевых технологий и дизайна – филиал Нижегородского государственного инженерно-экономического университета, г. Нижний Новгород, Россия

²Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

¹reiho@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1097-084X>

²olgavladivanov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5173-861>

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ ПОЛУЛЬНЯНЫХ ТКАНЕЙ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы «ответственного» проектирования эколоотен из натуральных волокон. На основе анализа установлено влияние жесткости тканей на их технологические и потребительские свойства. Установлено влияние вида переплетения льняных тканей на жесткость при изгибе. Показано, что зависимости показателей жесткости по основе и утку от коэффициентов переплетения носят линейный характер. Выявлена степенная зависимость коэффициентов жесткости ткани от коэффициентов связности нитей в переплетении. Дано качественное обоснование характера полученных зависимостей. Предложено прогнозирование жесткости полульняных тканей по характеристикам переплетения на основе коэффициента связности нитей в переплетении и коэффициента переплетения. Результаты исследования позволяют осуществлять проектирование тканей с требуемыми показателями жесткости.

Ключевые слова: полульняные ткани, коэффициент связности, коэффициент жесткости, жесткость при изгибе, переплетение, проектирование тканей, прогнозирование

Для цитирования: Буслаев С. Н., Иванова О. В. Прогнозирование жесткости полульняных тканей // Технологии и качество. 2022. № 3(57). С. 5–9. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-5-9>.

Original article

Sergey N. Buslaev^{1,2}

Olga V. Ivanova²

¹Institute of Food technology and Design, Nizhny Novgorod, Russia

²Kostroma State University, Kostroma, Russia

PREDICTION OF THE RIGIDITY OF SEMI-LINEN FABRICS

Abstract. The article deals with the issues of “responsible” design of eco-linens made of natural fibers. Based on the analysis, the influence of the stiffness of fabrics on their technological and consumer properties was established. The influence of the type of weaving of linen fabrics on the bending stiffness has been established. It is shown that the dependences of the warp and weft stiffness indices on the weave coefficients are linear. The power-law dependence of the coefficients of stiffness of the fabric on the coefficients of the connection of threads in the weave is revealed. A qualitative substantiation of the nature of the obtained dependences is given. It is proposed to predict the stiffness of flax-cotton fabrics according to the characteristics of the weave on the basis of the cohesiveness coefficient of the threads in the weave and the weave coefficient. The results of the study allow designing fabrics with the required stiffness indicators.

Keywords: *semi-linen fabrics, cohesion coefficient, stiffness coefficient, flexural stiffness, weave, fabric design, forecasting*

For citation: Buslaev S. N., Ivanova O. V. Prediction of the rigidity of semi-linen fabrics. *Technologies & Quality*. 2022. No 3(57). P. 5–9. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-5-9>.

В современном российском обществе и в мире в целом продолжает стремительно развиваться экодвигатель. Приобретение одежды, выполненной из экологически чистых материалов, занимает в этом движении ведущую роль. Льняные ткани в этом аспекте увеличивают свою популярность, так как давно известны хорошие гигиенические показатели льняных волокон [1, 2].

Каждый человек уникален по своему внутреннему миру, характеру и интересам. Свою индивидуальность человек стремится выразить, как визитной карточкой, посредством своего внешнего вида, через одежду. Современная парадигма диктует изменение модели потребления и производства в сторону более устойчивого будущего, стимулирование более стабильного образа жизни, обращение к истинным ценностям, природной гармонии, традициям производства [3–6].

Современный ассортимент текстильных материалов предлагает многовариантные решения, отличающиеся по колористическому решению, волокнистому составу, структуре, способам производства и видам отделки. В работе рассмотрены вопросы влияния ткацкого переплетения и волокнистого состава на характеристики жесткости. Эти параметры производители ткани учитывают при проектировании материалов с необходимыми свойствами. Очень важным свойством материалов, которые использу-

ются для производства одежды, является формообразующая способность. Посредством придания и сохранения нужной формы достигается разнообразие форм одежды. В литературе вопрос о влиянии ткацкого переплетения на жесткость материала освещен мало. Вид ткацкого переплетения придает ткани и определенную фактуру, от которой зависит художественное восприятие одежды, и показатели свойств материала, влияющие на самочувствие человека [7].

Как известно, льняные ткани обладают высокими показателями жесткости при изгибе [8, 9], что активно используется при разработке дизайнерских проектов швейных изделий сложных форм. Однако эта особенность ткани все же имеет ограниченность в области применения материала. Выявление зависимости жесткости ткани от переплетения способствует расширению ассортиментного ряда льняных тканей, а значит и возможностей применения.

В Костромском государственном университете изготовлены образцы тканей № 1–6, образец № 7 был приобретен в торговой сети. Характеристики исследуемых тканей, подвергшихся испытаниям, представлены в табл. 1. В Институте пищевых технологий и дизайна города Нижнего Новгорода, в лаборатории материаловедения и испытания материалов, были проведены полуцикловые исследования полульняных тканей разных переплетений по консольному методу на приборе ПТ-2 [10].

Т а б л и ц а 1

Характеристики строения полульняных тканей

Характеристика ткани	Формула, условное обозначение	Пробы						
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
Переплетение	-	Полотняное	Рогожка 3/3	Сатиновое	Креповое № 1	Креповое № 2	Репсовое	Полотняное
Количество нитей в 10 см	P_0	160	160	160	160	160	160	235
	P_v	160	160	160	160	160	160	154
Толщина пробы, мм	h_0	0,5	0,62	0,64	0,63	0,65	0,65	0,4
	h_v	0,52	0,72	0,68	0,69	0,7	0,69	0,54
Линейная плотность нитей, текс	T_0	25x2	25x2	25x2	25x2	25x2	25x2	29
	T_v	56	56	56	56	56	56	46
Поверхностная плотность экспериментальная, г/м ²	$M_s = m/S$	178	199	190	204	204	206	156
Коэффициент переплетения	$F_n = 2R_0R_y/(t_0 + t_y)$	2	6	4,5	3,8	2,77	3,6	2
Коэффициент связанности нитей в переплетении	$C = (P_0 + P_y)T_{cp}/1000F_n$	8,48	2,83	3,77	4,46	6,12	4,71	7,29

На первом этапе исследования объектами наблюдений и испытаний являлись характеристики жесткости тканей при изгибе.

Во всех тканях нити основы хлопчатобумажные, а нити утка – льняные.

Образцы № 1–6 получены из одних и тех же видов пряж, с одинаково заданными плотностями. Фотографии исследуемых тканей со схемами ткацкого переплетения представлены на рис. 1. Результаты испытаний проб приведены в табл. 2.

Как видно из результатов испытаний, ткани по утку имеют большую жесткость, а по основе – малую, что объясняется разностью волокнистого состава. Ткани № 1 и 7, имеющие полотняное переплетение, по основе имеют максимальные показатели жесткости, а по утку относительно других проб – наименьшую. Это объясняется меньшей толщиной ткани и меньшими поверхностными плотностями относительно тканей № 2–6. В пробах № 1 и 7 показатели жесткости по утку немного меньше, чем по основе. Эта ситуация объясняется структурой полотняного переплетения в сочетании с повышенными требованиями к нитям основы при ткачестве.

На втором этапе работы объектом исследования стал поиск взаимосвязи показателей

жесткости испытываемых тканей с характеристиками переплетения. В результате установлена линейная зависимость показателей жесткости по основе и утку от коэффициента переплетения (рис. 2).

Тесноту связи, которую можно охарактеризовать как весьма высокую, между показателями подтверждают коэффициенты корреляции 0,96 и 0,90, то есть имеющие значения, близкие к единице.

Анализ данных о показателях жесткости в пробах объясняется влиянием коэффициента переплетения. Малые показатели жесткости в пробах по основе объясняются влиянием волокон хлопка. Средние и высокие показатели жесткости по утку объясняются большим показателем линейной плотности пряжи, чем по основе, в сочетании с проявлением естественных упругих свойств волокон льна. Проявление свойств волокон усиливается увеличением количества нитей в раппорте с одновременным уменьшением количества переходов нитей с одной стороны на другую, что вызывает уменьшение сцепляемости пряж одной системы нитей с другой. С уменьшением количества переходов нитей каждой из систем с одной стороны ткани на другую происходит «высвобождение» природного свойства упругости волокон.

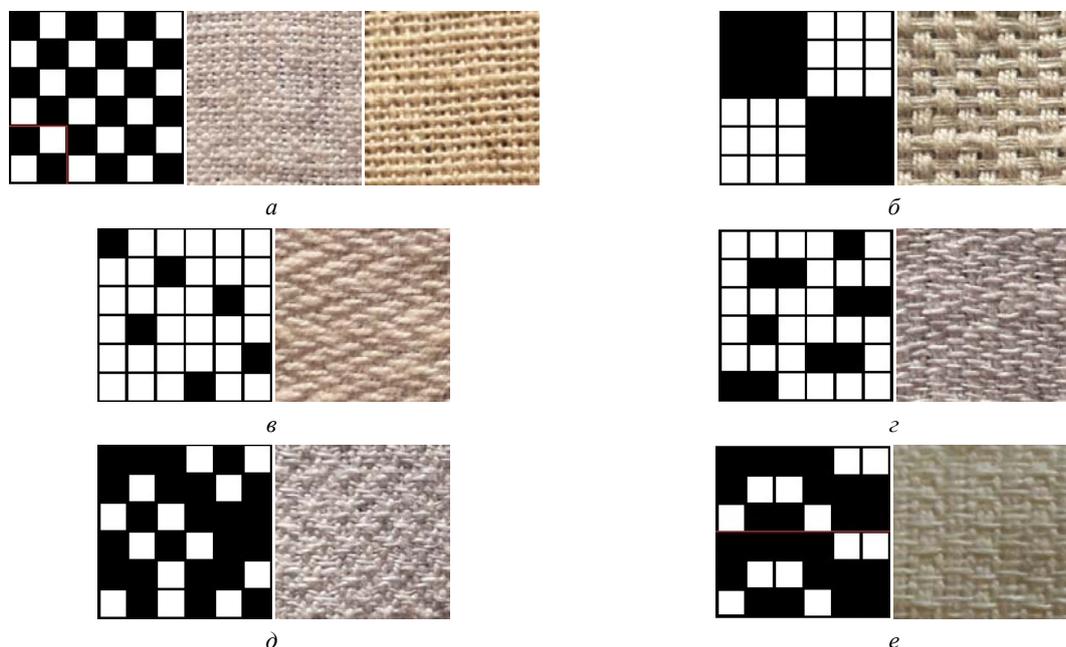


Рис. 1. Схемы ткацкого рисунка и внешний вид проб:

a – схема полотняного переплетения и фото пробы № 1 и № 7; *б* – схема переплетения рогожка 3/3 и фото пробы № 2; *в* – схема сатинового переплетения и фото пробы № 3; *г* – схема крепового № 1 переплетения и фото пробы № 4; *д* – схема крепового № 2 переплетения и фото пробы № 5; *е* – схема репсового переплетения и фото пробы № 6

Результаты испытаний тканей при изгибе

Характеристика ткани	Пробы						
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
Жесткость по основе EJ_o , мкН·см ²	3837,59	961,42	2423,62	2453,60	3217,06	2922,15	3584,72
Жесткость по утку EJ_y , мкН·см ²	2846,92	9790,88	7440,68	7286,95	4641,89	7902,14	2645,18
Коэффициент жесткости K_{EJ}	1,35	0,10	0,33	0,34	0,69	0,37	1,36

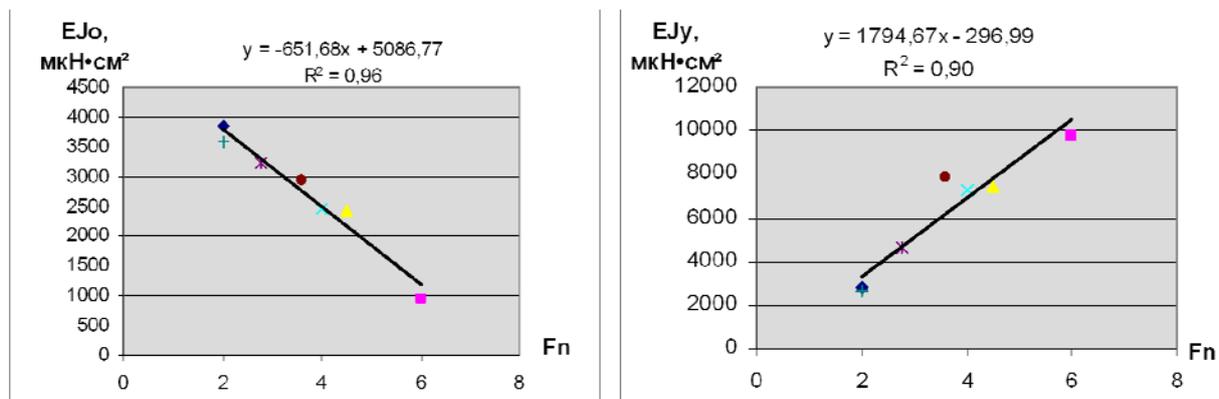


Рис. 2. Зависимость показателей жесткости по основе и утку от коэффициента переплетения:

F_n – коэффициент переплетения; EJ_o – жесткость по основе, мкН·см²; EJ_y – жесткость по утку, мкН·см².

Выявленные закономерности взаимосвязи показателей жесткости и характеристики переплетения позволяют задавать желаемые результаты по формообразующим свойствам тканей на этапе их производства. Полученные математические результаты зависимости позволяют увеличить список «инструментов» ткацким предприятиям для расширения ассортимента выпускаемых тканей с целью производства высококачественных изделий легкой промышленности.

ВЫВОДЫ

1. Проведенные исследования подтверждают взаимосвязь показателей жесткости ткани и переплетения.

2. Установлены математические зависимости показателей жесткости от коэффициента переплетения.

3. У производителей тканей появляется дополнительная возможность проектировать ткани с требуемой жесткостью, что позволит значительно расширить ассортимент выпускаемой продукции.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бузов Б. А., Алыменкова Н. Д. *Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство)* : учебник для студ. высших учеб. заведений / под ред. Б. А. Бузова. М. : Академия, 2008. 448 с.
2. Иванова О. В., Казакова Н. А., Хамматова Э. А. Использование авторских фактур при кастомизации швейных изделий // *Вестник Технологического университета*. 2017. Т. 20, № 21. С. 70–72.
3. Казакова Н. А., Иванова О. В. Прогнозирование развития формы в костюме для целей исследования свойств материалов // *Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий* : сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Кострома, 2019. С. 220–225.
4. Иванова О. В., Смирнова Н. А. Прогнозирование качества швейных изделий сложных форм на основе расчетных методов и свойств материалов // *Текстильная и легкая промышленность*. 2016. № 3-4. С. 12–15.
5. Иванова О. В. Проектирование складчатых форм в текстиле в условиях цифрового производства на основе дизайн-мышления // *Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий* : сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Кострома, 2019. С. 29–31.
6. Иванова О. В., Казакова Н. А. Разработка алгоритма мобильного приложения по прогнозированию свойств текстильных материалов для изделий сложных форм на основе характеристики изделий // *Фундаментальные и прикладные проблемы создания материалов и аспекты технологий текстильной и легкой промышленности* : сборник статей Всероссийской научно-технической конференции / под ред. Л. Н. Абуталиповой. Казань, 2019. С. 221–226.

7. Кесвелл Э. Р. Текстильные волокна, пряжа и ткани / пер. Э. А. Немченко [и др.] ; под ред. Е. Г. Эйгес и Е. С. Шатровой. М. : Гостехиздат, 1960. 564 с.
8. К вопросу определения характеристик изгиба при оценке качества материалов для одежды / В. В. Замышляева, Н. А. Смирнова, В. В. Лапшин, И. А. Хромеева // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. 2017. Т. 37, № 3. С. 50–54.
9. Лапшин В. В., Иванова О. В., Волкова М. Д. Оценка и прогнозирование жесткости структуры льняных тканей // Технология и качество. 2021. № 3. С. 5–10.
10. ГОСТ 10550–93. Материалы текстильные. Полотна. Методы определения жесткости при изгибе. Минск : Изд-во стандартов, 1995. 12 с.

REFERENCES

1. Buzov B. A. (ed.), Alymenkova N. D. Materials science in the production of light industry products (sewing production): Textbook for students. higher studies. institutions. Moscow, Academy Publ., 2008. 448 p. (In Russ.)
2. Ivanova O. V., Kazakova N. A., Khammatova E. A. The use of author's textures in the customization of sewing products. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Technological University]. 2017;20,21:70–72. (In Russ.)
3. Kazakova N. A., Ivanova O. V. Forecasting the development of form in the suit for purposes of the materials properties study. *Nauchnye issledovaniya i razrabotki v oblasti dizajna i tekhnologij : sbornik statej Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Scientific research and development in the field of design and technology materials: collection of articles of the All-Russian Scientific and practical Conference]. Kostroma, Kostrom. State University Publ., 2019:220–225. (In Russ.)
4. Ivanova O. V., Smirnova N. A. Forecasting the quality of garments of complex shapes based on calculation methods and properties of materials. *Tekstil'naya i legkaya promyshlennost'* [Textile and light industry]. 2016;3-4:12–15. (In Russ.)
5. Ivanova O. V. The designing folded forms in textiles in the age of digital producing based on design thinking. *Nauchnye issledovaniya i razrabotki v oblasti dizajna i tekhnologij : sbornik statej Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Scientific research and development in the field of design and technology materials: collection of articles of the All-Russian Scientific and practical Conference]. Kostroma, Kostrom. State University Publ., 2019:29–31. (In Russ.)
6. Ivanova O. V., Kazakova N. A. Development of a mobile application algorithm for predicting the properties of textile materials for products of complex shapes based on product characteristics. *Fundamental'nye i prikladnye problemy sozdaniya materialov i aspekty tekhnologij tekstil'noj i legkoj promyshlennosti : sbornik statej Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii / pod red. L. N. Abutalipovoj* [Fundamental and applied problems of materials creation and aspects of textile and light industry technologies. Collection of articles All-Russian Scientific and Technical Conference. L. N. Abutalipova (ed). 2019:221–226. (In Russ.)
7. Keswell E. R. Textile fibers, yarn and fabrics. Moscow, Gostekhizdat Publ., 1960. 564 p.
8. Zamyshlyayeva V. V., Smirnova N. A., Lapshin V. V., Khromeeva I. A. On the issue of determining the characteristics of bending when assessing the quality of materials for clothing. *Izvestiya vysshih uchebnykh zavedenij. Tekhnologiya legkoj promyshlennosti* [Proceedings of higher educational institutions. Light industry technology]. 2017;37,3:50–54. (In Russ.)
9. Lapshin V. V., Ivanova O. V., Volkova M. D. Evaluation and prediction of the rigidity of the structure of linen fabrics. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2021;3(53):5–10. (In Russ.)
10. *GOST 10550–93. Materialy tekstil'nye. Polotna. Metody opredeleniya zhestkosti pri izgibe* [State Standart 10550-93. Textile materials. Canvases. Methods for determining bending stiffness]. Минск, Izdatel'stvo standartov Publ., 1995. 12 p.

Статья поступила в редакцию 12.09.2022

Принята к публикации 7.10.2022

Научная статья

УДК 677

EDN UOZSEO

doi 10.34216/2587-6147-2022-3-57-10-13

Диана Альбертовна Адиатова¹

Марина Владимировна Антонова²

^{1,2}Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия

¹adiatova087@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6794-4522>

²marisha.10@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7313-7804>

ВЛИЯНИЕ СРОКА ХРАНЕНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОГНЕЗАЩИТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. В статье дается сравнение способности вспучивающихся огнезащитных композиций сохранять свои свойства с течением времени. Объектами исследования выступают образцы синтезированных огнезащитных композиций на основе диаммонийфосфата, приготовленных в разное время. Свойства композиций оценивались после нанесения их на образцы мебельной обивочной ткани. Изучены воспламеняемость мебельной обивочной ткани и ее способность противостоять устойчивому горению от малокалорийных источников зажигания. Исследования проведены по стандартным методикам. Авторами отмечено, что образцы тканей, обработанные составами с разным сроком хранения, выдерживают воздействие открытого пламени в ходе имитирования наиболее часто встречающихся случаев возгорания.

Ключевые слова: огнезащитные композиции, срок хранения, мебельная ткань, воспламеняемость, горение, текстильные материалы, диаммонийфосфат

Для цитирования: Адиатова Д. А., Антонова М. В. Влияние срока хранения на эффективность огнезащитных композиций для текстильных материалов // Технологии и качество. 2022. № 3(57). С. 10–13. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-10-13>.

Original article

Diana A. Adiatova¹

Marina V. Antonova²

^{1,2}Kazan national research technological university, Kazan, Russia

INFLUENCE OF SHELF LIFE ON THE EFFECTIVENESS OF FLAME RETARDANT COMPOSITIONS FOR TEXTILE MATERIALS

Abstract. The article compares the ability of flame-retardant compositions to retain their properties over time. The objects of the study include samples of synthesised flame-retardant compositions based on diammonium phosphate made at different time periods. Properties of compositions were evaluated after their application to samples of furniture upholstery fabric. Flammability of furniture upholstery fabric and its ability to resist steady burning from low-calorie sources of ignition were studied. Investigations have been carried out by standard methods. The authors noted that the samples of fabrics treated with compositions with different shelf life, withstand the influence of an open flame, during simulation of the most frequent cases of ignition.

Keywords: flame retardant compositions, shelf life, furniture fabric, flammability, combustion, textile products, diammonium phosphate

For citation: Adiatova D. A., Antonova M. V. Influence of shelf life on the effectiveness of flame retardant compositions for textile materials. Technologies & Quality. 2022. Nr 3(57). P. 10–13. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-10-13>.

Большая часть текстильных материалов, используемых в быту, относится к легковоспламеняемым, так как их возгорание возникает при

воздействии малокалорийных источников зажигания, таких как непотушенные сигареты и горящие спички. Вследствие этого в помещениях могут возникать пожары. Обработка текстиля специальными средствами позволяет снизить

© Адиатова Д. А., Антонова М. В., 2022

риск быстрого воспламенения, а иногда привести легковоспламеняемые материалы в трудноразрушимое.

Огнезащитных составов и композиций разрабатывается большое количество. В данной работе рассматривается полученная ранее на кафедре ТХНВИ ФГБОУ ВО КНИТУ вспучивающаяся огнезащитная композиция на основе диаммонийфосфата [1]. Гарантийный срок хранения сухого порошка диаммонийфосфата составляет шесть месяцев с даты изготовления, а срок хранения синтезированной на основе его огнезащитной композиции и ее свойства не исследованы.

С течением времени свойства огнезащитных композиций могут изменяться, что может привести к недостаточной их способности защищать обработанный ими материал от возгорания.

Поэтому цель данной работы – сравнение способности огнезащитной композиции сохранять свои свойства в зависимости от срока ее хранения.

В качестве объектов исследования выбраны: мебельные текстильные материалы «Авантис». Состав: ворс 100 % нейлон, основа 65 % полиэстер, 35 % хлопок, поверхностная плотность 375 г/м².

Для исследований выбраны образцы огнезащитной композиции (антипирена), синтезированные по одной методике [1] в разные периоды времени: образец № 1 – срок хранения 1 год, образец № 2 – 6 месяцев, образец № 3 – 2 недели. Все образцы готовых антипиренов хранились в одинаковых условиях. Огнезащитная композиция изготавливалась из следующих компонентов: в качестве источника неорганической кислоты использован диаммонийфосфат, в качестве коксообразователя и вспенивателя использованы пентаэритрит и мочевины [1]. По органолептической оценке выявлено, что все три образца композиции имеют жидкую структуру, прозрачны, не имеют едкого запаха.

Обработка предварительно взвешенных образцов ткани огнезащитной композицией проводилась способом пропитки. Высушивание образцов проводилось в сушильном шкафу при температуре 40...60 °С до постоянной массы.

Образцы текстильных материалов проверялись на воспламеняемость по методике ГОСТ Р 50810–95. Продолжительность воздействия пламени составляет от 10 с.

Кроме того, в работе устанавливалась способность мебельной обивочной ткани противостоять устойчивому горению от источников зажигания в соответствии с ГОСТ Р 53294–

2009. В качестве источника зажигания использовалась тлеющая сигарета.

Перед пропиткой огнезащитной композицией мебельная ткань «Авантис» исследована на воспламеняемость и устойчивость к горению от источников зажигания. В ходе эксперимента выявлено, что объект исследования относится к классу легковоспламеняемых, так как время остаточного пламенного горения составляет более 5 с, материал прогорает до кромок при зажигании с поверхности. При воздействии источников зажигания наблюдалось устойчивое горение образца в течение 10 мин после удаления газовой горелки, а также при воздействии тлеющей сигаретой образец обуглился на расстоянии 100 мм от места воздействия.

Далее образцы ткани «Авантис» обрабатывались огнезащитными композициями, приготовленными в разное время. Условия пропитывания одинаковы для всех образцов композиций.

Вспучивающиеся огнезащитные композиции на основе фосфатов аммония, как правило, содержат в своем составе компоненты, которые при нагревании, взаимодействуя друг с другом, обеспечивают совокупность огнезащитных свойств [2]. Эффективность вспучивающихся огнезащитных композиций исследована во многих работах [3–9].

Для оценки эффективности огнезащиты текстильных материалов, обработанных композициями с разными сроками хранения, определялась воспламеняемость этих материалов.

Результаты испытаний приведены по усредненным значениям десяти испытаний на каждый образец ткани (табл.).

По данным таблицы видно, что образцы тканей, обработанные составами с разным сроком хранения, проявляют достаточные огнезащитные свойства. При проведении испытания выявлено, что поверхность материала под действием пламени подверглась вспучиванию на всех испытываемых образцах. На образцах образовался вспененный слой в виде закоксованного остатка негорючих веществ, придающий текстильному материалу огнезащитные свойства. В течение 10 с воздействия пламени зажигания поверхности всех образцов не наблюдалось, сквозных дыр не образовалось, в отличие от необработанной ткани. Установлено, что все образцы композиций сохраняют свои огнезащитные свойства.

Далее проведены испытания на способность мебельной обивочной ткани противостоять устойчивому горению от малокалорийного источника зажигания – тлеющей сигареты. Для осуществления эксперимента изготавливался специальный стенд согласно ГОСТ Р 53294–2009.

Принцип эксперимента заключался в том, что сигарета зажигалась, через нее пропускался воздух, до установления тления. Тлеющая сигарета помещалась горизонтально вдоль соединения вертикальной и горизонтальной частей

стенда так, что тлеющий конец сигареты находился на расстоянии не менее 50 мм от ближайшего края. При испытании фиксировалось время начала испытания и проведено наблюдение за развитием горения или тления.

Т а б л и ц а

Результаты испытаний мебельной ткани «Авантис» на воспламеняемость

Регистрируемый параметр	Образец						Показатель по ГОСТ Р 50810–95 (для трудновоспламеняемых тканей)
	По основе			По утку			
	1	2	3	1	2	3	
Время зажигания с поверхности, с	13	18	22	13	18	22	Не менее 10
Время зажигания с кромки, с	12	15	15	12	15	15	Не менее 5
Время самостоятельного горения, с	0	0	1	0	0	1	Менее 5
Прогорание до кромки	Нет						Нет
Длина обугленного участка, мм	70	65	63	71	64	65	Менее 150

Все образцы материала «Авантис», пропитанные огнезащитными композициями с разным сроком хранения, показали положительные результаты. На образцах есть следы горения, но сильных повреждений на поверхности материалов не наблюдалось. Время устойчивого горения образцов, пропитанных в огнезащитных композициях, сократилось до 5 мин, в сравнении с контрольным образцом, время горения которого 10 мин. Остаточного тления поврежденного места не наблюдалось, в то время как на необработанном антипиреном образце тление привело к обугливанию участка ткани размером более 100 мм.

ВЫВОДЫ

В работе выявлено, что обработка мебельной ткани «Авантис» синтезированными

огнезащитными композициями позволяет снизить риск быстрого воспламенения, а также повышает ее устойчивость к горению от источников зажигания.

Анализ результатов экспериментальных данных показывает, что образцы текстильных материалов, пропитанные огнезащитными композициями с разными сроками хранения, выдерживают воздействие открытого пламени в ходе имитирования наиболее часто встречающихся случаев загорания от неаккуратного обращения с непогашенной сигаретой или спичкой.

Срок хранения синтезированной огнезащитной композиции до одного года не оказал влияния на способность композиции вспучиваться и образовывать защитный слой на обработанном ей материале.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сабирзянова Р. Н., Красина И. В. Процесс получения вспучивающегося антипирена для пропитки текстильных материалов // Вестник технологического университета. 2015. Т. 18, вып. 11. С. 135–136.
2. Ненахов С. А., Пименова В. П. Физикохимия вспенивающихся огнезащитных покрытий на основе полифосфата аммония (обзор литературы) // Пожаровзрывобезопасность. 2010. Т. 19, № 8. С. 11–58.
3. Коломейцева Э. А., Морыганов А. П. Огне-, термо- и комплексная защитная отделка текстильных технических материалов с использованием препаратов Тезагран // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2019. № 6. С. 46–50.
4. Исследование влияния вспучивающегося антипирена на повышение огнестойкости текстильных материалов / Р. Н. Сабирзянова, И. В. Красина, О. А. Тучкова, Р. Ш. Еналеев // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17, вып. 3. С. 53–54.
5. Пат. 2558602 Российская Федерация, МПК C09D 163/00. Огнезащитная вспучивающаяся композиция / Каблов В. Ф., Кейбал Н. А., Крекалева Т. В. Степанова А. Г. № 2014129355/05; заявл. 16.07.2014.
6. Fire Retardancy of Polymeric Materials / Ed. by C. A. Wilkie, A. B. Morgan. 2-nd. ed. New York : CRC Press, 2010. 853 p.

7. Сабирзянова Р. Н., Красина И. В., Применение вспучивающего антипирена для придания материалам огнестойкости // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17, вып. 19. С. 140–142.
8. Study of the effect of plasma modification on the change of fire-resistant properties of textile materials imported by flame retardants / S. Ilyushina, M. Antonova, I. Krasina, A. Parsanov, R. Mingaliev // Journal of Physics: Conference series. 2019. No 1328(1). P. 012037.
9. Эффективность применения вспучивающегося огнезащитного покрытия в теплозащитной системе / Ф. Х. Абдрахманов [и др.] // Вестник Концерна ВКО Алмаз-Антей. 2020. № 4. С. 22–33. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-primeneniya-vspuchivayushchegosya-ognezashchitnogo-pokrytiya-v-teplozaschitnoy-sisteme> (дата обращения: 02.09.2022).

REFERENCES

1. Sabirzyanova R. N., Krasina I. V., Process polucheniya vspuchivayushchegosya antipirena dlya propitki tekstil'nyh materialov. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Technological University]. 2015;18,11:135–136. (In Russ.)
2. Nenahov S. A., Pimenova V. P. Physico-chemical foaming fire-retardant coatings based on ammonium polyphosphate (review of the literature). *Pozharovzryvbezopasnost'* [Fire and Explosion Safety]. 2010;19,8:11–58. (In Russ.)
3. Kolomejceva E. A., Moryganov A. P. Fire-, heat and complex protective finishing of textile technical materials using preparations tezagran. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Textile Industry Technology (Series Proceedings of Higher Educational Institutions)]. 2019;6:46–50. (In Russ.)
4. Sabirzyanova R. N., Krasina I. V., Tuckova O. A., Enaleev R. Sh. Study of the effect of an intumescent flame retardant on increasing the fire resistance of textile materials*. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan technological University]. 2014;17,3:53–54. (In Russ.)
5. Kablov V. F., Kejbal N. A., Krekaleva T. V., Stepanova A. G. *Ognezashchitnaya vspuchivayushchayasya kompozitsiya* [Fire-retardant intumescent composition]. Pat. 2558602 Russian Federation, MPK C09D 163/00. No 2014129355/05; 16.07.2014. (In Russ)
6. Fire Retardancy of Polymeric Materials. Ed. by C. A. Wilkie, A. B. Morgan. 2-nd ed. New York, CRC Press, 2010. 853 p.
7. Sabirzyanova R. N., Krasina I. V. The use of an intumescent flame retardant to impart fire resistance to materials*. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan technological University]. 2014;17,19:140–142. (In Russ.)
8. Ilyushina S., Antonova M., Krasina I., Parsanov A., Mingaliev R. Study of the effect of plasma modification on the change of fire-resistant properties of textile materials imported by flame retardants. *Journal of Physics: Conference series*. 2019;1328(1):012037.
9. Abdrahmanov F. H. et al. Effectiveness of intumescent fire retardant coatings in thermal protection systems. *Vestnik Koncerna VKO Almaz-Antej* [Journal of «Almaz – Antey» Air and Space Defence Corporation]. 2020;4:22–33. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-primeneniya-vspuchivayushchegosya-ognezashchitnogo-pokrytiya-v-teplozaschitnoy-sisteme> (Asseced 02.09.2022).

Статья поступила в редакцию 12.09.2022

Принята к публикации 7.10.2022

* Перевод названия источника выполнен авторами статьи / Translated by authors of the article

ТЕХНОЛОГИЯ И ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СЫРЬЯ

Научная статья

УДК 677.017.4:531

EDN UACNLF

doi 10.34216/2587-6147-2022-3-57-14-19

Светлана Юрьевна Богачева¹

Александр Викторович Мещеряков²

Татьяна Львовна Гольцева³

^{1,2,3}Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
Москва, Россия

¹bogacheva-su@rguk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2854-3213>

²meshcheryakov-av@rguk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1655-4027>

³goltseva-tl@rguk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8622-7999>

АНАЛИТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАТЯЖЕНИЯ НИТИ НА СИСТЕМЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Аннотация. Статья посвящена вопросу определения натяжения идеальной гибкой нити с использованием численных методов. Моделировалось равновесие однородной нерастяжимой тяжелой нити при статическом взаимодействии с системой поверхностей различной формы. В статье приведены результаты аналитического моделирования натяжения нити. В работе были выведены формулы для расчета натяжения в любой точке нити по характерным участкам и нормальному давлению в критических точках. Приведен пример расчета натяжения нити, находящейся на двух гладких цилиндрических поверхностях и шероховатой поверхности конуса, моделирующих некоторые рабочие органы текстильных машин. Определено нормальное давление на участках нити в опасных, в отношении нарушения контакта, точках. После решения всех уравнений и определения их составляющих по найденным точкам участков нити была построена математическая модель натяжения тяжелой нити при статическом равновесии.

Ключевые слова: гибкая однородная нить, равновесие, натяжение, уравнение равновесия, малая стрела провисания, равновесие на гладкой поверхности, равновесие на шероховатой поверхности

Для цитирования: Богачева С. Ю., Мещеряков А. В., Гольцева Т. Л. Аналитическое моделирование натяжения нити на системе поверхностей // Технологии и качество. 2022. № 3(57). С. 14–19. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-14-19>.

Original article

Svetlana Yu. Bogacheva¹

Aleksandr V. Meshcheryakov²

Tatiana L. Gol'ceva³

^{1,2,3}Kosygin Russian State University (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia

ANALYTICAL MODELLING OF THREAD TENSION ON A SYSTEM OF SURFACES

Abstract. The paper deals with the determination of the tension of a flexible thread using numerical methods. The equilibrium of a homogeneous inextensible heavy thread, when statically interacting with a system of surfaces of various shapes, has been simulated. The paper presents the results of analytical modelling of thread tension. The formulas for calculating the tension at any point of thread by characteristic sections and the normal pressure at critical points have been derived. An example of calculation of thread tension on two smooth cylindrical surfaces and a rough surface of a cone simulating some working bodies of textile ma-

chines has been given. The normal pressure on the thread sections at the points dangerous, with respect to contact disturbance, has been determined. After solving all the equations and determining their components, a mathematical model of heavy thread tension at static equilibrium has been constructed using the points found.

Keywords: flexible homogeneous thread, equilibrium, tension, equilibrium equation, small slack arrow, equilibrium on smooth surface, equilibrium on rough surface

For citation: Bogacheva S. Yu., Meshcheryakov A. V., Gol'ceva T. L. Analytical modelling of thread tension on a system of surfaces. Technologies & Quality. 2022. Nr 3(57). P.14–19. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-14-19>.

В текстильной технике и технологии широко применяются механизмы, в которых нить огибает гладкие или шероховатые поверхности различной формы. На практике особый интерес представляет исследование равновесия гибкой нити в поле сил тяжести [1, с. 30]. В работе рассматривалось равновесие однородной нерастяжимой нити погонным весом q , Н/м, охватывающей две гладкие цилиндрические поверхности 1 и 2 и шероховатую поверхность кругового конуса 3 по окружностям, плоскости которых перпендикулярны горизонтальным осям соответствующих цилиндров и конуса (рис. 1). Расстояния между осями шкивов l_1 , l_2 , радиусы шкивов r . На горизонтальных свободных пролетах нить имеет малую стрелу провисания. Коэффициент трения на поверхности шкива 2 равен k , поверхность остальных гладкая.

Задача решалась методом припасовывания решений, рассматривалось равновесие нити на отдельных сопряженных участках. Задача представляла собой совокупность трех задач: 1) моделирование равновесия нити на гладкой поверхности 1; 2) моделирование равновесия нити на шероховатой цилиндрической 2 или

конической 3 поверхности; 3) моделирование равновесия нити с малой стрелой провисания (см. рис. 1). Сначала рассматривалось равновесие тяжелой нити на гладкой цилиндрической поверхности 1 (рис. 2).

Дифференциальные уравнения равновесия нити в проекциях на оси естественного трехгранника составлены при условии, что нить расположена по геодезической кривой цилиндрической поверхности и угол геодезического отклонения $\theta = 0$, а радиус кривизны нити $\rho = r = \text{const}$:

$$\begin{aligned} \frac{dT}{ds} + q \cos \varphi &= 0; \\ \frac{T}{r} - q \sin \varphi - N &= 0, \end{aligned} \tag{1}$$

где T – натяжение нити в точке, Н;
 s , φ – дуговая и угловая координаты точки нити, соответственно, м;
 r – радиус шкива, м;
 N – нормальное давление (реакция поверхности), Н.

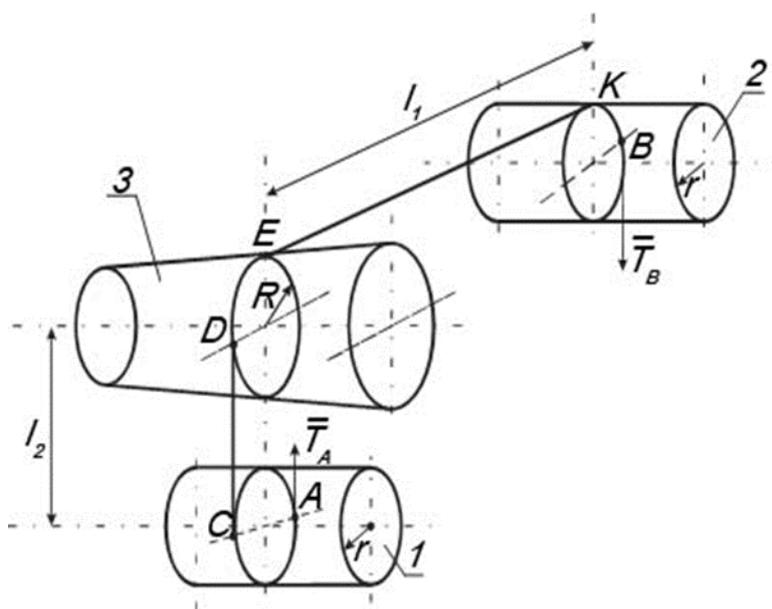


Рис. 1. Равновесие тяжелой нити на системе поверхностей:
 1, 2 – цилиндрические поверхности; 3 – коническая поверхность

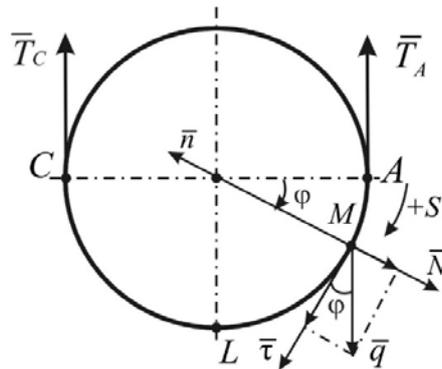


Рис. 2. Равновесие тяжелой нити на гладкой цилиндрической поверхности 1:
 \bar{q} – погонный вес нити; \bar{N} – нормальное давление поверхности; $\bar{\tau}$, \bar{n} – оси естественного трехгранника;
 S – дуговая координата точки; \bar{T}_A – начальное натяжение нити в точке A

Решая систему уравнений равновесия, получен закон распределения натяжения нити на участке AC :

$$T = T_A - qr \sin \varphi; \quad (2)$$

$$T_C = T_A - qr \sin \varphi_C. \quad (3)$$

Как видно из уравнения (2), натяжение нити может стать отрицательным, что может привести к нарушению технологического процесса. Самой опасной точкой в этом отношении является точка L (см. рис. 2), где

$$\varphi = \varphi_L = \frac{\pi}{2}$$

и натяжение имеет минимальное значение [2, с. 68]. Нормальное давление в нижней точке нити

$$N_L = \frac{T_A}{r} - 2q.$$

Чтобы натяжение в точке L было неотрицательным, должно выполняться условие выбора натяжения в точке A :

$$T_A \geq qr.$$

Затем рассмотрено равновесие вертикального отрезка CD нити длиной l_2 (см. рис. 1). Вес

единицы длины нити \bar{q} , натяжение на концах нити соответственно \bar{T}_C и \bar{T}_D .

Дифференциальное уравнение равновесия нити в проекции на ось Cx , направленную по CD вертикально вверх:

$$\frac{d}{ds} \left(T \frac{dx}{ds} \right) - q = 0. \quad (4)$$

Закон распределения натяжения вдоль нити CD .

$$T = T_A + qx. \quad (5)$$

Натяжение нити в точке D получим, положив в уравнении (3) $T = T_D$ при $x = l_2$:

$$T_D = T_A + q l_2, \quad (6)$$

$$T_D \geq 2qr + q l_2,$$

Затем рассмотрено равновесие тяжелой нити на шероховатой поверхности цилиндра 2 и определена зависимость натяжения нити в точке K от натяжения в точке B (рис. 3).

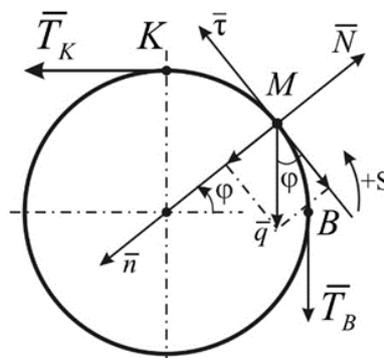


Рис. 3. Равновесие тяжелой нити на шероховатой цилиндрической поверхности 2:
 \bar{q} – погонный вес нити; \bar{N} – нормальное давление поверхности; $\bar{\tau}$, \bar{n} – оси естественного трехгранника;
 S – дуговая координата точки; \bar{T}_B – начальное натяжение нити в точке B ; \bar{T}_K – натяжение нити в точке K

Дифференциальные уравнения равновесия нити на цилиндре 2 в проекциях на оси натурального трехгранника [3, с. 45] определяются аналогично по формуле (1).

Закон изменения натяжения на участке BK нити:

$$T = T_B + qr \sin\varphi. \tag{7}$$

Натяжение нити в точке K

$$T_K = T_B + qr \sin \frac{\pi}{2} = T_B + qr. \tag{8}$$

На следующем этапе рассмотрено равновесие тяжелой однородной нити с малой стрелой провисания на пролете $EK = l_1$. Точки опор E и K находятся на одном уровне (превышение между опорами $h = 0$) (см. рис. 1).

Натяжение нити с малой стрелой провисания f определится формулой

$$T = q(a + f - y), \tag{9}$$

где T – натяжение нити в соответствующей точке, Н;

q – погонный вес нити, Н/м;

a – параметр зависящий от расположения и веса нити, м;

f – стрела провисания нити на соответствующем участке, м;

h – превышение опор на участке нити, м.

Натяжение нити в точках E и K можно вычислить по формулам:

$$T_K = q(a + f);$$

$$T_E = q(a + f),$$

следовательно,

$$T_E = T_K = T_B + qr. \tag{11}$$

На заключительном этапе моделирования рассмотрено равновесие нити на шероховатой поверхности кругового конуса (рис. 4). Нить охватывает конус по окружности радиуса R , плоскость которой перпендикулярна оси конуса O_1O_2 . Главная нормаль \bar{v} к нити проходит через центр O_1 окружности ($\bar{v} \perp O_1O_2$). Бинормаль \bar{g} перпендикулярна плоскости $(\bar{\tau}, \bar{n})$ и направлена по образующей OM к вершине конуса.

Главная нормаль \bar{n} к поверхности в точке M перпендикулярна образующей OM конуса ($\bar{n} \perp OM$). Следовательно, угол геодезического отклонения θ (угол между нормальми \bar{v} и \bar{n}) равен углу α наклона образующей OM к оси конуса O_1O_2 , то есть $\theta = \alpha$.

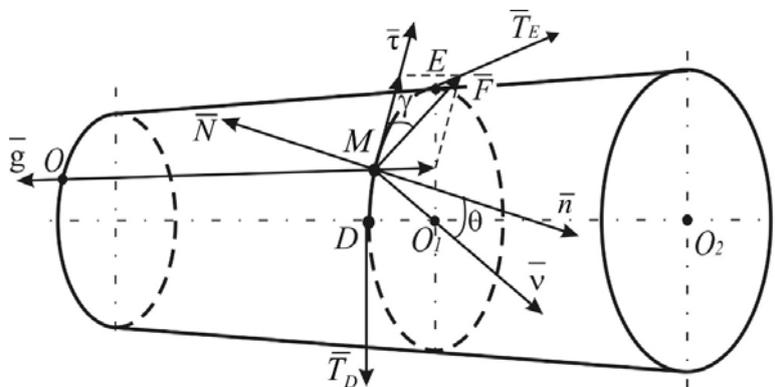


Рис. 4. Равновесие нити на конической поверхности:

\bar{N} – нормальное давление поверхности; $\bar{\tau}, \bar{n}$ – оси естественного трехгранника к поверхности;

$\bar{\tau}, \bar{v}, \bar{g}$ – оси естественного трехгранника к нити;

\bar{T}_D – начальное натяжение нити в точке D ; \bar{T}_E – натяжение нити в точке E

Приняли $T_E < T_D$. Радиус кривизны ρ нити равен радиусу R окружности, по которой нить охватывает конус, $\rho = R = \text{const}$ [4, с. 157]. Дли-

на нити, лежащей на конусе равна $L = R\varphi = \frac{\pi R}{2}$.

Весом нити на конусе пренебрегаем. Таким образом, в точке M приложены реакции поверхно-

сти: нормальное давление \bar{N} , направленное по главной нормали \bar{n} , и сила трения \bar{F} , которая расположена в касательной плоскости $(\bar{\tau}, \bar{g})$ под углом γ к касательной оси $\bar{\tau}$ и направлена в сторону меньшего натяжения.

Составлены дифференциальные уравнения равновесия нити на шероховатой поверхно-

сти в проекциях на оси естественного трехгранника $M\tau ng$, связанного в точке M с поверхностью [5, с. 212]:

$$\begin{aligned} \frac{dT}{ds} + F \cos \gamma &= 0; \\ \frac{T}{R} \cos \theta - N &= 0; \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \frac{T}{R} \sin \theta - F \sin \gamma &= 0; \\ F &\leq kN. \end{aligned}$$

Получено:

$$\begin{aligned} \frac{dT}{ds} + \frac{kT}{R} \cos \theta \cos \gamma &\geq 0; \\ \frac{T}{R} \sin \theta - \frac{kT}{R} \cos \theta \sin \gamma &\leq 0. \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \frac{dT}{T} &\geq -\frac{\sqrt{k^2 \cos^2 \theta - \sin^2 \theta}}{R} R d\varphi; \\ \frac{dT}{T} &\geq -\chi d\varphi. \end{aligned} \quad (14)$$

где $\chi = \sqrt{k^2 \cos^2 \theta - \sin^2 \theta}$.

Так как коэффициент χ должен быть вещественным [6, с. 34], то

$$k^2 \cos^2 \theta - \sin^2 \theta \geq 0,$$

или $k \geq \operatorname{tg} \theta$. (15)

Первое условие равновесия выполнено (коэффициент трения больше тангенса угла геодезического отклонения).

Проинтегрировав неравенство (14), получим второе необходимое условие равновесия:

$$\begin{aligned} \int_{T_D}^{T_E} \frac{dT}{T} &\geq -\chi \int_0^{\varphi_E} d\varphi; \\ \ln \frac{T_E}{T_D} &\geq -\chi \varphi_E; \\ T_D > T_E &\geq T_D e^{-\chi \varphi_E}. \end{aligned} \quad (16)$$

$$T_D > T_E \geq T_D e^{-\int_D^E \chi ds}. \quad (17)$$

Находим

$$T_D > T_E \geq T_D e^{-\sqrt{k^2 \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha} (\varphi_E)}.$$

Приведем полученные аналитические зависимости и условия для моделирования натяжения нити в характерных точках в зависимости от начального T_A .

Натяжение нити в точке C :

$$T_C = T_A - qr \sin \pi = T_A.$$

Натяжение нити в точке D :

$$T_D = T_A + ql_2.$$

Натяжение нити в точке E :

$$T_D > T_E \geq T_D e^{-\sqrt{k^2 \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha} (\varphi_E)}.$$

Натяжение нити в точке K :

$$T_K = T_B + qr.$$

Окончательное натяжение в точке B рассмотренной нити на всей системе поверхностей подчиняется условию при заданном начальном натяжении в точке A :

$$\begin{aligned} T_A + q(l_2 - r) &> T_B \geq \\ &\geq (T_A + ql_2) e^{\sqrt{k^2 \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha} \varphi_E} - qr. \end{aligned} \quad (18)$$

Нормальное давление в нижней точке нити L :

$$N_L = \frac{T_A}{r} - 2q.$$

Определены параметры цепной линии и нити на поверхности рабочих органов при заданных заправочных параметрах. Выведены формулы для расчета натяжения нити в точках по характерным участкам. Наибольшее натяжение нить испытывает в верхних точках нити. Получены аналитические зависимости натяжения в любой точке нити для конкретного участка нити, в зависимости от некоторых свойств контактирующей с нитью поверхности, погонного веса нити и положения в пространстве поверхностей, моделирующих некоторые рабочие органы текстильных машин.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Богачева С. Ю. Метод определения натяжения нити на поверхностях рабочих органов // Фундаментальные и прикладные научные исследования в области инклюзивного дизайна и технологий: опыт, практика и перспективы : сборник научных трудов Международной научно-практической

- конференции (24–26 марта 2021 года) / Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство). М. : РГУ им. А. Н. Косыгина, 2021. С. 29–33.
2. Богачева С. Ю. Аналитическое моделирование натяжения нити на цилиндрических поверхностях // Современные инженерные проблемы ключевых отраслей промышленности. Современные задачи инженерных наук : сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума и III Международного Косыгинского форума (20–21 октября 2021 г.) / Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство). М. : РГУ им. А. Н. Косыгина, 2021. С. 67–70.
 3. Богачева С. Ю. Метод определения натяжения нити // Автоматизированное проектирование в машиностроении. 2020. № 9. С. 44–47.
 4. Меркин Д. Р. Введение в механику гибкой нити. М. : Наука, 1980. 240 с.
 5. Богачева С. Ю., Белоусова Е. Г. Определение условий равновесия и натяжения идеальной нити на конической поверхности // 54-я Междунар. науч.-техн. конф. преподавателей и студентов : материалы докл. конф. (28 апреля 2021 года) / Витебский государственный технологический университет : в 2 т. Витебск : ВГТУ, 2021. Т. 1. С. 210–213.
 6. Клочкова Г. М. Применение теории гибкой нити к решению инженерных задач : методические указания. М. : МГТУ им. А. Н. Косыгина, 1993. 75 с.

REFERENCES

1. Bogacheva S. Yu. Thread tension detection method on the surfaces of working bodies // Fundamental and applied scientific research in the field of inclusive design and technology: experience, practice and prospects: a collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference, March 24–26, 2021, Kosygin Russian State University (Technologies. Design. Art). Moscow, Kosygin Russian St. Univ. Publ., 2021. P. 29–33. (In Russ.)
2. Bogacheva S. Yu. Analytical modeling of thread tension on cylindrical surfaces // Modern engineering problems of key industries. Modern problems of engineering sciences: a collection of scientific papers of the International Scientific and Technical Symposium and the III International Kosygin Forum, October 20–21, 2021, Kosygin Russian State University (Technologies. Design. Art). Moscow, Kosygin Russian St. Univ. Publ., 2021. P. 67–70. (In Russ.)
3. Bogacheva S. Yu. Method for determining thread tension. *Avtomatizirovannoe proektirovanie v mashinostroenii* [Automated design in mechanical engineering]. 2020;9:44–47. (In Russ.)
4. Merkin D. R. Introduction to the mechanics of flexible thread. Moscow, Nauka Publ., 1980. 240 p. (In Russ.)
5. Bogacheva S. Yu., Belousova E. G. Determining the conditions of equilibrium and tension of an ideal thread on a conical surface // 54th International Scientific and Technical Conference of Teachers and Students: materials of the conference reports, April 28, 2021. Vitebsk, Vitebskij State tekhnologicheskij University Publ., 2021;1:210–213. (In Russ.)
6. Klochkova G. M. Application of the theory of a flexible thread to solving engineering problems: guidelines. Moscow, Kosygin Russian State University, 1993. 75 p. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 21.04.2022
Принята к публикации 7.10.2022

Научная статья

УДК 677.075

EDN TMSOHK

doi 10.34216/2587-6147-2022-3-57-20-23

Ирина Владимировна Землякова¹

Татьяна Алексеевна Чебункина²

^{1,2} Костромской государственный университет, г. Кострома, Россия

¹ izeml@mail.ru, [https:// orcid.org/ 0000-0003-3448-7307](https://orcid.org/0000-0003-3448-7307)

² bunkinata@mail.ru, [https:// orcid.org/ 0000-0002-0527-6351](https://orcid.org/0000-0002-0527-6351)

СТОХАСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ОПИСЫВАЮЩАЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИН НИТЕЙ В ПЕТЛЕ ПЕТЕЛЬНОГО РЯДА ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА

Аннотация. В данной статье актуализируется проблема проектирования петельной структуры трикотажных полотен технического назначения. Особое внимание уделено важнейшему параметру – длине нити в петле, которая определяет расход материала, обеспечивает точность расчета и снижение отходов производства. Существующие инструментальные методы трудоемки и неточны, поскольку не учитывают отклонений геометрических параметров нитей в петле от их номинальных значений. В статье предлагается стохастическая модель, описывающая распределение длин нитей в петле петельного ряда и описывается методика проверки случайной последовательности длины нити в петле на стационарность.

Ключевые слова: трикотаж, проектирование, длина нити в петле, стохастическая модель, стационарность, случайная последовательность, петельный ряд

Для цитирования: Землякова И. В., Чебункина Т. А. Стохастическая модель, описывающая распределение длин нитей в петле петельного ряда трикотажного полотна // Технологии и качество. 2022. № 3(57). С. 20–23. [https:// doi 10.34216/2587-6147-2022-3-57-20-23](https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-20-23).

Original article

Irina V. Zemlyakova¹

Tatiana A. Chebunkina²

^{1,2}Kostroma State University, Kostroma, Russia

DISTRIBUTION OF THE LENGTHS OF THE THREADS IN THE LOOP OF THE LOOP ROW OF THE KNITTED FABRIC

Abstract. This article updates the problem of designing the loop structure of knitted fabrics for technical purposes. Special attention is paid to the most important parameter – length of thread in the loop, which determines material consumption, ensures accuracy of calculation and reduction of production wastes. Existing instrumental methods of labour consumption are complicated and at that inaccurate, since they do not take into account deviations of geometric parameters of threads in the loop from their nominal values. The paper proposes a stochastic model describing the distribution of thread lengths in a loop of the loop row and describes a technique for checking the random sequence of thread length in a loop for stationary.

Keywords: knitwear, design, thread length in loop, stochastic model, stationary, random sequence, loop row

For citation: Zemlyakova I. V., Chebunkina T. A. Distribution of the lengths of the threads in the loop of the loop row of the knitted fabric. Technologies & Quality. 2022. Nr 3(57). P. 20–23. (In Russ.) [https:// doi 10.34216/2587-6147-2022-3-57-20-23](https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-20-23).

Применение инновационных композитных материалов имеет высокую значимость для технологического прорыва во многих отраслях. Успешность работы композита как системы зависит от совокупности свойств матрицы и на-

полнителя, а также адгезионных качеств конгломерата. Использование трикотажных (вязаных) полотен в качестве наполнителя, имеющих неограниченные возможности структурообразования и хорошее формообразование, позволяет получать детали и изделия даже с малыми радиусами кривизны, а повышенные адгезионные

© Землякова И. В., Чебункина Т. А., 2022

свойства обеспечивают стабильность и качество композита. При этом снижаются отходы армирующего материала, что особенно актуально при использовании дорогостоящего сырья – стеклянных, углеродных, арамидных или базальтовых волокон.

Важная роль в формировании высокого уровня качества трикотажных полотен технического назначения принадлежит этапу проектирования изделия, а именно проектированию его петельной структуры, исходя из технических требований, предъявляемых к продукции, и необходимых потребительских свойств. Важнейшим параметром петельной структуры является длина нити в петле. Длина нити в петле определяет расход материала и ее стабильность, обеспечивает точность расчета и снижение отходов производства. Стабильность длины нити в петле определяет равномерную структуру трикотажа, а следовательно, и его пористость и равномерность пропитки связующим составом. Качество пропитки во многом определяет прочностные и эксплуатационные показатели готового композита.

Инструментальные методы определения длины нити в петле, числа петельных рядов и петельных столбиков трикотажных полотен и изделий (ГОСТ 8846–87) трудоемки и неточны, поскольку не учитывают отклонений геометрических параметров нитей в петле от их номинальных значений.

В настоящей работе представлена стохастическая модель распределения длин нитей в петле по трикотажному полотну и описана методика проверки случайной последовательности длин нити в петле на стационарность. Математическое описание длин нитей в петле петельного ряда трикотажного полотна с учетом случайных отклонений расширяет и уточняет предложенный ранее неразрушающий метод определения длины нити в петле трикотажа, основанный на детерминированных математических моделях [1–3].

Фактическая длина нити в петле трикотажного полотна, высота петельного ряда и петельный шаг в трикотажном полотне имеют отклонения от их расчетных значений, вызванные влиянием ряда случайных и закономерных факторов: различная глубина кулирования по направлениям вязания, колебания натяжения в системе нитеподачи, колебание величины оттягивающего усилия, колебание крутки нити, состояние поверхности нити и, как следствие, изменение коэффициентов трения нити по нити, нити о рабочие органы машины и др. Прежде всего это касается современных материалов,

обладающих высокой изгибной жесткостью, используемых для изготовления технического трикотажа, а также техническими возможностями плоскофанговых машин. На всех современных вязальных машинах процесс петлеобразования автоматизирован и находится под контролем соответствующих устройств, обеспечивающих получение стабильной структуры. К сожалению, возможности современных машин ограничиваются вязанием гибких нитей, в нашем случае мы используем жесткие нити. Они обладают повышенной плотностью и хрупкостью.

Существующие детерминированные математические модели длины нити в петле, не учитывающие отклонений, вызванных случайными факторами, позволяют лишь приближенно рассчитать геометрические параметры трикотажного полотна. Для изготовления трикотажных полотен и изделий с геометрическими параметрами, удовлетворяющими требованиям заказчика, безусловно, необходимо учитывать отклонения геометрических характеристик трикотажного полотна от их номинальных значений.

До производственной выработки трикотажного полотна с заданными геометрическими параметрами, удовлетворяющими требованиям заказчика, необходимо удостовериться в том, что ни средняя длина нити в петле, ни характер колебаний около средней длины не обнаруживают существенных изменений на всем полотне, проверив случайную последовательность на стационарность.

Теоретическая длина нити в петле является постоянной величиной для рассматриваемого трикотажного полотна, а фактическая длина нити в петле – это случайная последовательность, аргументом которой является номер петли в петельном ряду. Основными характеристиками случайных последовательностей являются математическое ожидание и дисперсия [4].

Теория случайных функций давно находит свое применение при моделировании различных технологических процессов, например в работах авторов [4, 5]. Процесс изготовления образца трикотажного полотна можно рассматривать как опыт, а фактические длины нити в каждой петле петельного ряда опытного образца как реализацию случайной последовательности. Обозначим случайную последовательность длин нити в петле для одного петельного ряда трикотажного полотна через $L_j = L[j]$, где j – номер петли в петельном ряду, реализацию случайной последовательности через $l_j = l[j]$, а в случае нескольких реализаций будем отмечать и номер опыта: $l_1[j], l_2[j], \dots, l_n[j]$.

Математическим ожиданием в этом случае будет последовательность чисел, представляющих собой математические ожидания соответствующих членов случайной последовательности: $m_j = M[L_j]$, где $j = 1, 2, 3, \dots$

Корреляционная функция представляет собой корреляционный момент двух произвольно выбранных членов случайной последовательности, рассматриваемый как функция номеров этих членов, то есть номеров петель в петельном ряду:

$$K(j; j') = M((L[j] - m_j)(L[j'] - m_{j'})) = \\ = M(L_j L_{j'}), j, j' = 1, 2, 3, \dots$$

Если $j = j'$, то корреляционная функция обращается в дисперсию случайной последовательности [6]: $K(j, j') = M(L_j^2) = D_j$.

Определение стационарной случайной последовательности в терминах этих характеристик означает, что

$$m_j = M(L_j) = \text{const},$$

$$D_j = D(L_j) = \text{const},$$

$$K(j; j') = K(j - j').$$

В лаборатории Костромского государственного университета на плоскофанговом полуавтомате ПВПМ-80 5 класса было наработано 90 образцов трех различных структур трикотажных полотен переплетения гладь из углеродной нити линейной плотности $T = 205$ текс размером 5×5 см² (рис.).



Рис. Образец трикотажного полотна

На каждом из опытных образцов были найдены длины нити во всех петлях трикотаж-

ных полотен по их цифровому изображению [3]. Определение длин нитей в петле осуществлялось автоматизировано с помощью программного комплекса, реализующего методику неразрушающего способа определения длины нити в любой конкретной петле [2]. Таким образом, были получены реализации случайной последовательности длин нити в петле для петельных рядов трикотажных полотен. На каждом из опытных образцов было выделено 14 петельных столбиков и 22 петельных ряда. Применяв критерий серий и вычисляя среднее значение длины нити в петле каждого петельного ряда, получаем последовательность из $N = 22$ наблюдений случайной величины (количество наблюдений равно числу петельных рядов одного образца). Результаты вычислений на примере средних значений 30 образцов первой структуры занесены в таблицу.

Т а б л и ц а

Средняя длина нити в петле одного петельного ряда

Наблюдение	Среднее значение длины нити в петле	Наблюдение	Среднее значение длины нити в петле
1	15,33	12	14,65
2	14,67	13	14,7
3	14,8	14	14,92
4	14,87	15	14,65
5	14,67	16	14,7
6	14,73	17	14,97
7	14,87	18	14,78
8	14,67	19	14,85
9	15,01	20	14,97
10	14,97	21	14,84
11	14,82	22	14,76

Подсчитаем число серий в последовательности путем сравнения со средним значением $\bar{x} = 14,83$. Применим критерий с уровнем значимости $\alpha = 0,05$. Наблюдения, которые больше среднего значения, классифицируем со знаком «+», а меньшие со знаком «-».

± - - ± - - ± - + + - - ± - - ± - + + ± -

Таким образом, в последовательности из 22 наблюдений имеется 14 серий. Предполагаем, что наблюдения независимы. Область принятия этой гипотезы имеет вид:

$$\left[r_{N, 1-\frac{\alpha}{2}} < r < r_{N, \frac{\alpha}{2}} \right], \\ [r_{11; 0,975} < r < r_{11; 0,025}], \\ [7 < r < 16].$$

В нашем случае $r = 14$, гипотеза принимается и свидетельств в пользу тренда нет.

Таким образом, разработанная стохастическая модель, описывающая распределение длин нитей в петле петельного ряда трикотажного полотна с учетом случайных отклонений, повышает точность при определении неразрушающим методом длин нитей в петлях трикотажа и расчете расхода материала на этапе проектирования. Кроме того, проверка случайной последовательности длин нитей в петлях петельного ряда на стационарность позволяет оценить равномерность структуры трикотажа. Все это способствует проектированию трикотажных полотен высокого уровня качества и снижению отходов дорогостоящего сырья.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ.

1. Землякова И. В., Каминская Л. А. Неразрушающий метод определения длины нити в петле трикотажного полотна // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2012. № 4. С. 113–116.
2. Каминская Л. А., Землякова И. В., Верняева И. Л. Оценка некоторых геометрических показателей трикотажного полотна кулирного переплетения // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2014. № 5. С. 78–82.
3. Определение длины нити в петле трикотажного полотна по его цифровому изображению на основе трехмерного сплайна / Л. А. Ширина, И. В. Землякова, И. Л. Верняева, И. А. Коржева // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2016. № 1. С. 87–90.
4. Землякова И. В. Теоретические и прикладные аспекты прогнозирования распределения фасонных эффектов и пороков внешнего вида нитей и ткани : дис. ... д-ра техн. наук. Кострома, 2006. 303 с.
5. Чебункина Т. А. Обоснование технологических параметров получения тканей с металлизированным покрытием : дис. ... канд. техн. наук. Кострома, 2010. 303 с.
6. Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения : учеб. пособие. 5-е изд., стер. М. : КНОРУС, 2013. 448 с.

REFERENCES

1. Zemlyakova I. V., Kaminskaya L. A. Nondestructive method of determination of thread length in a stockinet loop. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Textile Industry Technology (Series Proceedings of Higher Educational Institutions)]. 2012;4:113–116. (In Russ.)
2. Kaminskaya L. A., Zemlyakova I. V., Vernyaeva I. L. The evaluation of some geometrical parameters of knitted fabric weave any plain stitch textures. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Textile Industry Technology (Series Proceedings of Higher Educational Institutions)]. 2014;5:78–82. (In Russ.)
3. Shirina L. A., Zemlyakova I. V., Vernyaeva I. L., Korzheva I. A. The method of determining the thread length in the loop knitted fabrics based on cubic spline. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Textile Industry Technology (Series Proceedings of Higher Educational Institutions)]. 2016;1:87–90. (In Russ.)
4. Zemlyakova I. V. Theoretical and applied aspects of predicting the spread of form-building effects and defects in the appearance of threads and fabrics. Dr. eng. sci. diss. Kostroma, 2006. 303 p. (In Russ.)
5. Chebunkina T.A. Substantiation of technological parameters for obtaining fabrics with a metallized coating. Dis. of a candidate of technical sciences. Kostroma, 2010. 303 p. (In Russ.)
6. Wentzel E. S., Ovcharov L. A. Theory of random processes and its engineering applications. 5th ed., revised. Moscow, KnoRus Publ., 2013. 448 p.

Статья поступила в редакцию 31.05.2022
Принята к публикации 7.10.2022

Научная статья

УДК 677

EDN QTBOVE

doi 10.34216/2587-6147-2022-3-57-24-29

Михаил Иванович Панин¹

Артур Радикович Гареев²

Андрей Павлович Карпов³

Никита Андреевич Корчинский⁴

Ксения Евгеньевна Калугина⁵

^{1,2,3,4,5} «НИИГрафит», г. Москва, Россия

¹ MIPanin@rosatom.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6513-6767>

² ARGareev@rosatom.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5934-8456>

³ AnPKarpov@rosatom.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2105-4588>

⁴ NAKorchinsky@rosatom.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2774-6358>

⁵ KEKalugina@rosatom.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6809-0151>

О СТРУКТУРАХ НАМОТКИ МОТАЛЬНЫХ ПАКОВОК, ИХ НАЗВАНИЯХ И ОБЛАСТЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ АРМИРОВАНИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. Статья раскрывает содержание понятия степени замыкания намотки. Намоточные структуры различной степени замыкания обладают рядом исключительных свойств по прочностным характеристикам и по структурным показателям. Одним из наиболее перспективных направлений применения поддающихся строгому расчету структур является армирование заготовок углерод-углеродного композиционного материала. Возможность максимального наполнения углеродным волокном общего объема заготовок углерод-углеродного композита позволяет значительно повысить прочность и физико-механические свойства. В результате проведенного исследования угол сдвига между витками различных пар слоёв намотки является главным критерием, определяющим структуру намоток нитей на паковки. Использование мотальных паковок с заданной степенью замыкания намотки значительно расширяет варианты решений по формированию конструкционных материалов с требуемыми свойствами. Авторы приходят к выводу, что замкнутые структуры намотки, обладающие сотовой структурой, целесообразно использовать для армирования композитов с требуемой пористостью и проницаемостью.

Ключевые слова: паковка, армирование, композит, намотка, структура, ячейка, слой намотки

Для цитирования: Панин М. И., Гареев А. Р., Карпов А. П., Корчинский Н. А., Калугина К. Е. О структурах намотки мотальных паковок, их названиях и областях применения при армировании композиционных материалов // Технологии и качество. 2022. № 3(57). С. 24–29. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-24-29>.

Original article

Mikhail I. Panin¹

Artur R. Gareev²

Andrey P. Karpov³

Nikita A. Korchinsky⁴

Ksenia E. Kalugina⁵

^{1,2,3,4,5} NII Grafit, Moscow, Russia

ABOUT THE WINDING STRUCTURES OF WINDING PACKAGES, THEIR NAMES AND THEIR APPLICATIONS IN THE REINFORCEMENT OF COMPOSITE MATERIALS

Abstract. The article reveals the content of the concept of the degree of winding closure. Winding structures of various degrees of closure have a number of exceptional properties in terms of strength characteristics and structural indicators. One of the most promising areas of application of structures amenable to strict

© Панин М. И., Гареев А. Р., Карпов А. П., Корчинский Н. А., Калугина К. Е., 2022

calculation is the reinforcement of carbon-carbon composite material blanks. The possibility of maximum filling with carbon fibre of the total volume of carbon-carbon composite blanks can significantly increase the strength and physic-mechanical properties. As a result of the study, the angle of shift between the turns of different pairs of winding layers is the main criterion determining the structure of the winding threads for packing. The use of winding packages with a given degree of winding closure significantly expands the options for solutions for the formation of structural materials with the required properties. The authors come to the conclusion that closed winding structures with a honeycomb structure should be used for reinforcing composites with the required porosity and permeability.

Keywords: *packing, reinforcement, composite, winding, structure, cell, winding layer*

For citation: Panin M. I., Gareev A. R., Karpov A. P., Korchinsky N. A., Kalugina K. E. About the winding structures of winding packages, their names and their applications in the reinforcement of composite materials. *Technologies & Quality*. 2022. No 3(57). P. 24–29. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-24-29>.

Намотка мотальных паковок специального назначения является одним из самых эффективных процессов армирования композиционных материалов, широко применяемых в различных отраслях жизнедеятельности человека.

Несмотря на кажущуюся простоту процесса, прецизионная (точная) намотка обладает очень тонкими нюансами, которые до сих пор не используют в своей работе не только производственники, но и проектировщики новых материалов [1]. Это обусловлено большим многообразием структур намоток и их производных, о которых не знают или не принимают их во внимание многие исследователи.

В связи с этим следует отметить, что исследованиями и разработкой новых структур намотки мотальных паковок занимаются не только текстильщики [2, 3], непосредственно работающие с текстильными волокнами и нитями, но и специалисты-механики, материаловеды, химики, разработчики композиционных материалов. Каждая группа ученых по-своему решает общую задачу – создания оптимальных систем армирования композиционных материалов, при этом вводя «свои» понятия и обозначения параметров структур намотки мотальных паковок [4, 5]. Отсутствие междисциплинарного взаимодействия исследователей приводит к тому, что возникают не только различные толкования одних и тех же положений теории наматывания, но, самое главное, ограничивает и обедняет развитие новых направлений в создании материалов специального назначения, в том числе и возможности формирования новых структур армирования композиционных материалов. Здесь следует назвать такой параметр, характеризующий многообразие структур намоток, как степень замыкания намотки p , которым не пользуются или неопределенно называют «многозаходной» намоткой.

Несмотря на то что все виды структур намоток мотальных паковок уже давно классифицированы по главным их параметрам – углу сдвига витков ψ между различными парами слоев намотки и углу скрещивания витков (углу подъема витков $\beta/2$) [1], исследователи структур намоток, мотальных паковок, кроме общепринятых в теории наматывания и текстильном производстве, вводят «новые», зачастую необоснованные теоретическими положениями термины. Например, «гексагональная укладка», которой оперируют авторы работы [6], где показаны схемы расположения витков волокон или нитей в одной паре слоев намотки, когда угол подъема витков $\beta/2$, или угол скрещивания витков β равен нулю. Такое расположение нитей (волокон) возможно только в одном (первом) слое намотки жгутом, при параллельной укладке их на оправке в жгуте, включающем группу нитей. Жгуты, в свою очередь, при их намотке на оправки можно представить как «мононить». Ширина жгута принимается как условный диаметр наматываемой «мононити». Формирование последующих слоев намотки жгутами связано с изменением взаимной ориентации волокон в жгуте, а следовательно, появляется угол скрещивания витков (жгутов) намотки и структура расположения витков перейдет в крестовую [6, с. 16, рис. 1.7] Фактически добиться «гексагональной» укладки одиночной нити в объеме структуры всей мотальной паковки не представляется возможным, так как каждый последующий объемный слой намотки из-за приращения диаметра намотки приводит к раздвижке витков нити в жгуте на величину «дельта». Это видно из рис. 1а, где изображена круговая диаграмма расположения витков на торце паковки при сомкнутой намотке. Смещение витков нити в смежных слоях переводит структуру намотки в разряд крестовых намоток. При этом «гексагональная» структура укладки

нитей сохранится только для одного объемного слоя толщиной намотки не более двух диаметров нити. Она также подходит под вышеуказанную классификацию, так как имеет вполне определенное значение угла сдвига витков ψ_r , который при любых значениях условного диаметра наматываемой нити будет равен половине угла сдвига витков, соответствующего сомкнутой структуре намотки из той же нити $\psi_c/2$. Это наглядно видно из рис. 1, где изображены круговые диаграммы сомкнутой (а) и замкнутой намоток (б).

Необходимо отметить, что намотка жгутами, с уложенными в них нитями «гексагональной» структурой, при намотке на оправки их «встык» является сомкнутой намоткой, характеризующейся конкретным значением угла

сдвига витков ψ_c . Очевидно, что такая намотка позволяет увеличить коэффициент заполнения композита армирующим компонентом, однако, значение высокого коэффициента заполнения «гексагональной укладки» волокон или нитей, которое равно 0,901, возможно только теоретически. В реальности происходит уменьшение объема, занимаемого нитями, только в пределах первого объемного слоя намотки, по отношению к объему, занимаемому теми же нитями при сомкнутой структуре намотки.

Очевидно, что D_H^r меньше, чем D_H^c . Разница объемов соответствует теоретическому значению разности коэффициентов заполнения сомкнутой намотки и «гексагональной» укладки нитей. Это наглядно видно из рис. 1.

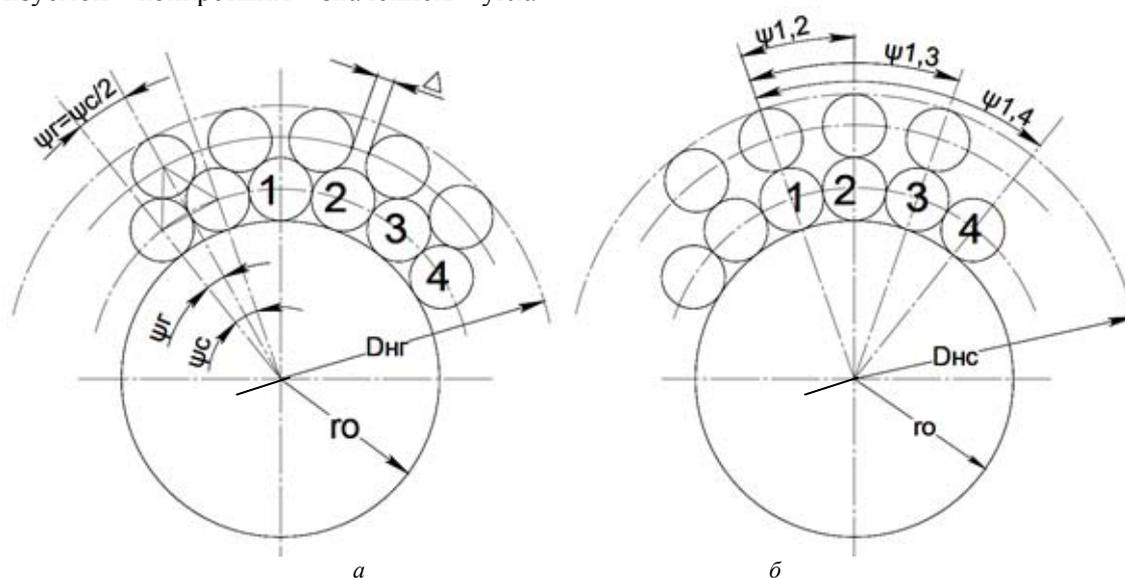


Рис. 1. Круговые диаграммы сомкнутой (а) и замкнутой намоток (б):

D_H^r – диаметр намотки одного объемного слоя при «гексагональной» укладке нитей в жгуте;

D_H^c – диаметр намотки одного объемного слоя при сомкнутой структуре;

ψ_r – угол сдвига витков при «гексагональной» укладке нити в жгуте;

ψ_c – угол сдвига витков при сомкнутой структуре намотки; r_0 – радиус оправки

На практике это подтверждается данными, приведенными в работе [2, с. 33, рис. 1.22], где на графике показаны прочностные параметры композиций, полученные теоретическим и практическим путем.

В работе [7] вводятся такие понятия, как: «мультиструктурная», «ступенчатая» и «полиструктурная» намотки. При этом оснований для присвоения названия той или иной структуре намотки, базирующихся на конкретных расчетных технологических параметрах, которые могли бы идентифицировать и воспроизводить именно данный вид структуры намотки нитей на паковки, нет. Чаще всего исследователями за отличительные параметры «новых» структур

намоток, позволяющие присваивать им «свои» названия, принимаются только шаг намотки и угол подъема витков. Иногда число раскладчиков нити (два и более), причем все отличительные особенности расположения нити в объеме мотальных паковок рассматриваются в пределах только одного объемного слоя намотки, ошибочно считая, что последующие слои намотки будут формироваться аналогично первому, что не соответствует действительности. Покажем это ниже на конкретных примерах.

Отсутствие теоретических, расчетных обоснований параметров «новых» структур намотки нитей приводит к тому, что для пояснения своих названий исследователи вводят уточ-

няющие термины: «с нахлестом», «встык», «ступенями» и т. д., что не дает полного представления о всей структуре намотки нитевидного материала на паковки в завершённом виде и путях ее воспроизведения.

Для устранения указанных неопределенностей и более глубокого изучения структур намотки мотальных паковок по всему их объему (как в осевом, так и в радиальном направлениях паковки) следует уточнить понятия, предложенные и используемые в работе [8]:

- «слой намотки» – это расположение витков нити в структуре намотки при движении нитераскладчика вдоль образующей паковки только в одну сторону (слева направо или обратно);
- «пара слоев намотки» – расположение витков нитей в структуре намотки за один цикл движения нитераскладчика (при завершении его движения слева направо и обратно);
- «объемный слой намотки» – объем, заполненный витками нити, при увеличении диаметра паковки на два диаметра нити;
- $\psi_{1,2}$ – угол сдвига между витками первой (на рис. 1, где первая нить слоя заштрихована) и второй парами слоев намотки нити, уложенными на цилиндрическую оправку;
- ψ_c – угол сдвига витков при формировании сомкнутой структуры намотки;
- $\psi_{2,3}$ – угол сдвига между витками второй и третьей пар слоев намотки;
- $\psi_{3,1}$ – угол сдвига между витками третьей и первой пар слоев намотки;
- $l\psi_{1,2}$ – длина дуги круговой диаграммы, на которую опирается угол сдвига между витками первой и второй пар слоев намотки;
- $\psi_{m,m+p}$ – угол сдвига между витками m и $m+p$ пар слоев намотки;
- 1, 2, 3, 4 и т. д. – соответственно витки первой, второй и т. д. пар слоев намотки.

В общем виде для формирования сомкнутой структуры намотки заданной степени замыкания будет справедливо выражение [8]:

$$\psi_{m,m+p} = 360Z \pm \psi_c, \quad (1)$$

$$\psi_{m,m+p} = 2\pi p(ki_{oc} - n_1), \quad (2)$$

где $Z = 1...3$ – кратность замыкания намотки (целое число оборотов паковки, после которого виток $m+p$ укладывается рядом с витком m);

$p = 1, 2, 3... -$ степень замыкания намотки (число двойных ходов нитеводителя, после которого виток $m+p$ укладывается рядом с витком m);

$$i_{oc} = \frac{n_B}{n_k} - \text{общее передаточное отношение}$$

при передаче движения от паковки к нитеводителю;

$n_1 = [k i_o]$ – целая часть числа;

k – число оборотов кулачка нитераскладчика за цикл движения нитеводителя (время формирования одной пары слоев намотки).

Как показано в работе [5], для формирования сомкнутой структуры различной степени замыкания намотки, целое число оборотов паковки можно не учитывать, и (1) переписывается в виде:

$$\psi_{m,m+p} = \psi_c$$

или

$$2\pi D \sin \frac{\beta}{2} - 2\pi p n_1 D \sin \frac{\beta}{2} = 2\pi Z D \sin \frac{\beta}{2} \pm 2d. \quad (3)$$

Решая уравнение (2) относительно i_{oc} получим

$$i_{oc} = \frac{n_k}{k} + \frac{Z}{pk} \pm \frac{d}{\pi p k D \sin \frac{\beta}{2}}. \quad (4)$$

Найденная величина i_{oc} обеспечивает формирование сомкнутой структуры намотки нити на паковку с требуемой степенью замыкания p .

Знаки (+) или (–) соответствуют процессам формирования «опережающей» или «отстающей» сомкнутых намоток.

Данная методика расчета была разработана в исследовании [8], когда расчетным путем определялась величина передаточного отношения между нитераскладчиком и мотальной паковкой (необходимого для формирования требуемых структур заготовок композиционных материалов), а в дальнейшем использована в работе [9]. Она применима к мотальным машинам любых конструкций, что делает ее универсальной, и справедлива для формирования сомкнутых намоток из любого нитевидного материала с различным значением поперечника – условного диаметра нити.

Многообразие структур сомкнутых намоток заключается в том, что они могут иметь различную степень замыкания намотки p . Под степенью замыкания намотки понимаются двойное число ходов нитеводителя вдоль образующей паковки, по истечении которого витки $(p+1)$ -й пары слоев намотки пойдут рядом (слева или справа) от первого витка, то есть цикл намотки замкнется, после чего характер намотки нитей будет повторяться [4]. Значение степени замыкания p представляет «раппорт намотки». Кроме

того, p -сомкнутые намотки могут быть «опережающими» и «отстающими», в зависимости от того, с какой стороны от первого витка ляжет $(p + 1)$ -й виток сомкнутой намотки [8]. Чем выше значение p , тем больше будет пересечений витков в смежных слоях между нитями и прочнее к осевому сдвигу структура намотки. В отдельных случаях она будет подобна переплетению нитей в тканях. Так, например, при формировании трехсомкнутой намотки по виду пересечения нитей в объемном слое она будет подобна переплетению ткани саржа 1/3, так как после третьего цикла движения нитераскладчика витки 4-й пары слоев намотки нити на паковку лягут рядом с витками нити 1-й пары (слева при «отстающей» или справа при «опережающей» намотке), аналогично витки нити 5-й пары слоев лягут рядом с витками нити 2-й пары слоев, витки 6-й пары рядом с витками нити 3-й пары слоев намотки, и далее рисунок намотки, завершив цикл раскладки (раппорт намотки), будет повторяться. Места пересечения витков нити в смежных слоях намотки будут соответствовать отношению 1/3 (то есть нити в одном слое намотки ложатся рядом друг с другом, только через 2 предыдущие). На рис. 2, приведенном в работе [9], показаны структуры одно- и двенадцатисомкнутых намоток. Из фото видно, что чем выше степень замыкания намотки p , тем короче будут «настилы» (на фото обозначены черными точками), а следовательно, и прочнее связь нитей в смежных слоях друг с другом.

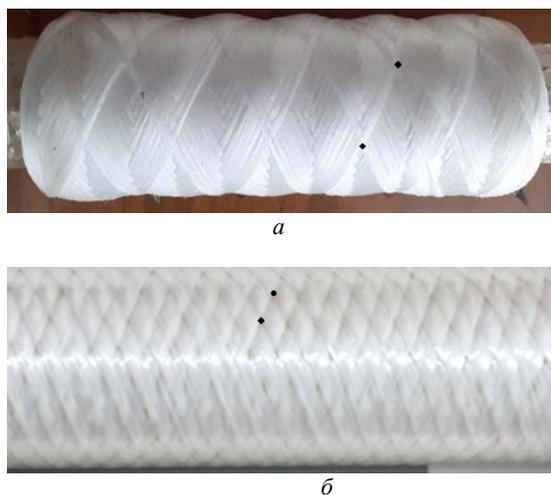


Рис. 2. Структуры одно- (а) и двенадцатисомкнутой (б) намоток

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Панин М. И. Разработка композиционных материалов на базе мотальных паковок специального назначения : дис. ... канд. техн. наук. М., 2012. 158 с.
2. Палочкин С. В., Рудовский П. Н., Нуриев М. Н. Методы и средства контроля основных параметров текстильных паковок : монография. М. : Московский гос. текст. ун-т им. А. Н. Косыгина, 2006. 240 с.

Намоточные структуры различной степени замыкания p обладают рядом исключительных свойств как по прочностным характеристикам, так и по структурным показателям (пористости, проницаемости, форме пор и их взаимному расположению). Причем все параметры данных структур поддаются строгому расчету и находят широкое применение в различных областях промышленности, например, при создании намоткой прочных оболочек или фильтровальных перегородок трубчатых текстильных фильтров различного назначения с использованием нитей различного сырьевого состава. Одним из наиболее перспективных направлений применения поддающихся строгому расчету структур является армирование заготовок углерод-углеродных композиционных материалов. Возможность максимального наполнения углеродным волокном общего объема заготовок углерод-углеродного композита позволяет значительно повысить его прочность при сохранении стабильной структуры расположения волокон. Это также позволяет получить конечные изделия способные выдерживать:

а) значительные осевые нагрузки при правильной ориентации витков намотки с учетом условия их «опережения» или «отставания»;

б) термические удары, за счет выбора требуемого направления (угла скрещивания) витков и т. д., что, безусловно, важно для развития авиационной и космической промышленности.

Проведенный анализ существующих структур намоток позволяет сделать следующие **ВЫВОДЫ**:

1. Главным критерием, определяющим структуру намотки нитей на паковки, является угол сдвига между витками различных пар слоев намотки.

2. Использование паковок с заданной степенью замыкания намотки расширяет варианты решений по формированию конструкционных материалов с требуемыми свойствами.

3. Замкнутые структуры намотки, обладающие сотовой (ячеистой) структурой, целесообразно использовать для армирования композитов с требуемой пористостью и проницаемостью.

3. Рудовский П. Н., Киприна Л. Ю., Нуриев М. Н. Методика количественной оценки параметров структуры намотки // Вестник Костромского государственного технологического университета. 2005. № 11. С. 27–30.
4. Рудовский П. Н. Анализ структуры намотки при фрикционном наматывании // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 1995. № 4(226). С. 56–59.
5. Rudovsky P. N. Control of package build in random winding // Melliand Textilberichte. 1997. Т. 78, nr 3. С. 138–141.
6. Воробей В. В., Маркин В. Б. Основы технологии и проектирования корпусов ракетных двигателей: монография. Новосибирск : Наука, 2003. 164 с.
7. Колесников В. А. Анализ и разработка механизмов для формирования намоточных изделий заданной структуры : дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2022. 121 с.
8. Сухотерин Л. Я. Разработка и исследование структур текстильных фильтров, применяемых при очистке воздуха и газов : дис. ... канд. техн. наук. М., 2013. 167 с.
9. Об использовании комплексных нитей для армирования волокнистых композиционных материалов, применяемых в нефтегазовой отрасли / М. И. Панин, В. М. Капустин, А. Е. Цимбалюк, Р. В. Хахимов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2021. № 6(396). С. 103–106.

REFERENCES

1. Panin M. I. Development of composite materials based on special purpose winding packs*. Dis. of a candidate of technical sciences. Moscow, 2012. 158 p. (In Russ.)
2. Palochkin S. V., Rudovskij P. N., Nuriev M. N. Methods and means of control of the main parameters of textile packages*. Moscow, Kosygin Russian St. Univ. Publ., 2006. 240 p. (In Russ.)
3. Rudovsky P. N., Kiprina L. Yu., Nuriev M. N. The method of quantitative evaluation of the parameters of the winding structure*. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kostroma State Technological University]. 2005;11:27–30. (In Russ.)
4. Rudovsky P. N. Analysis of the winding structure during friction winding*. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Textile Industry Technology (Series Proceedings of Higher Educational Institutions)]. 1995;4(226):56–59. (In Russ.)
5. Rudovsky P. N. Control of package build in random winding. *Melliand Textilberichte*. 1997;78,3: 138–141.
6. Vorobej V. V., Markin V. B. Fundamentals of technology and design of rocket engine housings*. Novosibirsk, Nauka Publ., 2003. 164 p. (In Russ.)
7. Kolesnikov V. A. Analysis and development of mechanisms for the formation of winding products of a given structure*. Dis. of a candidate of technical sciences. Saint Petersburg, 2022. 121 p. (In Russ.)
8. Sukhoterin L. Ya. Development and research of structures of textile filters used in the purification of air and gases*. Dis. of a candidate of technical sciences. Moscow, 2013. 167 p. (In Russ.)
9. Panin M. I., Kapustin V. M., Tsimbalyuk A. Ye., Khakimov R. V. The use of complex filaments for reinforcement of fibrous composite materials used in the oil and gas industry. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Textile Industry Technology (Series Proceedings of Higher Educational Institutions)]. 2021;6 (396):103–106. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 11.09.2022

Принята к публикации 7.10.2022

* Перевод названия источника выполнен авторами статьи / Translated by author's of the article.

Научная статья

УДК 677

EDN QKEQQJ

doi 10.34216/2587-6147-2022-3-57-30-33

Татьяна Леонидовна Фефелова¹

Любовь Борисовна Трифонова²

Галина Георгиевна Сокова³

Сергей Юрьевич Бойко⁴

^{1,2,3} Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

⁴ Камышинский технологический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета, г. Камышин, Россия

¹ fefelova@kti.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3466-0010>

² luba-tri@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8178-8674>

³ g_sokova@ksu.edu.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1436-2489>

⁴ bojko@kti.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0997-4111>

АНАЛИЗ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме разработки тканого материала, защищающего от электромагнитного излучения и отвечающего современным требованиям функциональных эксплуатационных свойств, а также технологии его изготовления. Проведенный анализ работ выявил, что данная тематика не достаточно изучена. Для решения поставленной в работе задачи необходимо: провести анализ комплексной пряжи, полученной путем соединения ферромагнитного микропровода с хлопчатобумажной пряжей, с целью определения возможности выработки из нее ткани; проанализировать методы проектирования специальных тканей с заданными свойствами; выполнить проектирование ткани для спецодежды, используя в качестве прототипа ткани бытового назначения.

Ключевые слова: ткань, проектирование, электромагнитное излучение, микропровод, ферромагнит, наноструктура, пряжа

Для цитирования: Фефелова Т. Л., Трифонова Л. Б., Сокова Г. Г., Бойко С. Ю. Анализ текстильных материалов, используемых для защиты от электромагнитного излучения // Технологии и качество. 2022. № 3(57). С. 30–33. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-30-33>.

Original article

Tatiana L.Fefelova¹

Lyubov B. Trifonova²

Galina G. Sokova⁴

Sergey Yu. Boyko⁵

^{1,2,3} Kostroma State University, Kostroma, Russia

⁴ Kamyshin Institute of Technology (branch) of Volgograd State Technical University, Kamyshin, Russia

ANALYSIS OF TEXTILE MATERIALS USED FOR PROTECTION AGAINST ELECTROMAGNETIC RADIATION

Abstract. The article is devoted to the actual problem of developing a woven material that would protect against electromagnetic radiation and meets modern requirements for functional performance properties, as well as the technology of its manufacture. The analysis of the works revealed that this topic has not been sufficiently studied. To solve the problem posed in the work, it is necessary: to analyse the complex yarn obtained by connecting a ferromagnetic microwire with cotton yarn in order to determine the possibility of making fabric from it; methods for designing special fabrics with desired properties; to perform the design of a fabric for workwear, with military fabrics used as a prototype.

Keywords: fabric, design, electromagnetic radiation, micro-wire, ferromagnet, nanostructure, yarn

For citation: Fefelova T. L., Trifonova L. B., Sokova G. G., Boyko S. Yu. Analysis of textile materials used for protection against electromagnetic radiation. *Technologies & Quality*. 2022. No 3(57). P. 30–33. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-30-33>.

В современном мире любой электрический прибор создает вокруг себя электромагнитное поле. Электромагнитное поле (ЭМП) невидимо, но влияет на любые живые организмы, в том числе и на человека.

Ученые, в течение многих лет проводившие исследования влияния ЭМП на человека, пришли к выводу, что длительное воздействие ЭМП может привести к повышенной утомляемости, снижению давления и частоты пульса, нарушениям работы систем органов человека, развитию онкологических заболеваний и заболеваний центральной нервной системы и др. [1]. Поэтому лучше ограничивать воздействие электромагнитного излучения (ЭМИ) на человека,

даже если его уровень не превышает установленные нормативы.

Воздействие ЭМИ определяется:

- плотностью потока энергии;
- частотой излучения;
- продолжительностью воздействия;
- режимом облучения (непрерывное, прерывистое, импульсное);
- размером облучаемой поверхности тела;
- индивидуальными особенностями организма.

Источники электромагнитного поля представлены на рисунке. ЭМИ широко используется в промышленности, в таких технологических процессах, как наплавка твердых сплавов на режущий инструмент, закалка и отпуск стали, плавка металлов и полупроводников и т. д.



Рис. Источники электромагнитного поля

К средствам индивидуальной защиты (СИЗ), которые применяют для защиты от электромагнитных излучений, относят: радиозащитные костюмы, комбинезоны, фартуки, очки, маски и т. д. Данные СИЗ используют метод экранирования.

В настоящее время наиболее удобным средством защиты человека и приборов от ЭМИ являются ткани, содержащие металлизированные нити.

Поэтому особый интерес представляет разработка тканого материала, защищающего от электромагнитного излучения и отвечающего современным требованиям функциональных эксплуатационных свойств, а также технологии его изготовления.

Целью данной работы являлось исследование существующих текстильных материалов, обладающих защитой от ЭМИ.

В ходе анализа работ, посвященных данной тематике, было выявлено следующее.

1. В работах [2–5] предлагается изготовление материалов из химических волокон, что не соответствует гигиеническим требованиям, предъявляемым к тканям для изготовления спецодежды.

2. Ткани, разработанные на отечественных предприятиях, таких как ООО «ТЕКС-ЦЕНТР» [6], ООО «Измерительные системы и технологии» [7], обладающие защитой от электромагнитного излучения, могут быть использованы для изготовления средств индивидуальной защиты, а не повседневной одежды, так как имеют малую поверхностную плотность, их можно стирать только в щадящем режиме и нельзя гладить.

Особый интерес представляет работа АО «Центральное конструкторское бюро специальных радиоматериалов» (ЦКБ РМ). Эта организация занимается разработкой, изготовлением и исследованием различных наноструктурных материалов, используемых для решения проблем электромагнитной безопасности (защита персонала от вредного воздействия побочных излучений электронных приборов).

В состав материала входит ферромагнитный микропровод (НФМП) в стеклянной изоляции. Диаметр металлической жилы составляет 2...20 мкм, толщина изоляции – того же порядка.

Уникальность:

- масса 1 км – менее 1 г;
- наличие магнитных потерь мощности падающей ЭМВ;
- возможность управления радиофизическими свойствами.

Соединение ферромагнитного микропровода с хлопчатобумажной пряжей позволит разработать ткань для изготовления спецодежды с защитой от ЭМИ с более широким спектром эксплуатационных характеристик.

Исходя из вышеизложенного следует, что ткани с защитными свойствами от ЭМИ имеют

небольшой ассортимент. В основном это ткани для экранирования приборов и техники с защитными свойствами, полученными в отделочном или прядильном производствах.

Технологии изготовления ткани из натуральных волокон для защиты человека от ЭМИ с применением ферромагнитного микропровода, соответствующей гигиеническим нормам, не существует. Поэтому актуальной является задача разработки технологического процесса выработки ткани для спецодежды, обладающей защитными свойствами от ЭМИ.

Для решения поставленной задачи необходимо:

- провести анализ комплексной пряжи, полученной путем соединения ферромагнитного микропровода с хлопчатобумажной пряжей с целью определения возможности выработки из нее ткани;
- провести анализ методов проектирования специальных тканей с заданными свойствами;
- выполнить проектирование ткани для спецодежды, обладающей защитными свойствами от ЭМИ, используя в качестве прототипа ткани военного назначения.

ВЫВОДЫ

1. Работы, посвященные разработке материалов для защиты от ЭМИ, направлены на выработку экранирующих тканей для приборов и техники.

2. В настоящее время существует необходимость в разработке тканей для спецодежды с защитой от ЭМИ, обладающей оптимальными гигиеническими свойствами.

3. Хлопчатобумажная пряжа в соединении с разработанным АО «Центральное конструкторское бюро специальных радиоматериалов» ферромагнитным микропроводом позволит получить ткань, обладающую экранирующим эффектом и необходимыми гигиеническими свойствами.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лялькина Н. Л. Воздействие электромагнитного излучения на человека // Научные исследования и инновации. 2013. Т. 7. № 1-4. С. 59–63.
2. Пат. RU № 2411315, кл. D03D 15/00. Ткань для защиты от электромагнитных излучений: опубл. 10.02.2011 / Грищенкова В. А., Владимирова Д. Н., Фукина В. А., Хандогина Е. Н., Шаповалова Е. И.
3. Пат. RU № 2580140 С2, кл. H01Q 17/00. Текстильный композит для защиты от электромагнитных излучений: опубл. 10.04.2016 / Кудрявцева Т. Н., Грищенкова В. А., Рыжкин А. И., Петров Е. В., Лыньков Л. М., Прудник А. М.
4. Пат. EP № 0238291, кл. H01Q 17/00. Electromagnetic wave absorbers: опубл. 23.09.1987 / Ishikawa, Toshikatsu et al.
5. Сильченко Е. В. Разработка тканей для специальной профессиональной одежды с защитой от электромагнитного излучения : дис. ... канд. техн. наук. М., 2018. 147 с.

6. Каталог продукции ООО «Текс-центр» // офиц. сайт компании. URL: <http://www.teks-centre.ru/materialv-i-tehnologii/catalog> (дата обращения: 26.08.2022).
7. Каталог тканей ООО «Измерительные системы и технологии» // офиц. сайт компании. URL: <http://izlucheniya.ru/product-category/tkani> (дата обращения: 26.08.2022).

REFERENTS

1. Lyalkina N. L. The impact of electromagnetic radiation on humans. *Nauchnye issledovaniya i innovacii* [Scientific research and innovation]. 2013;7,1-4:59–63. (In Russ.)
2. Grishchenkova V. A., Vladimirova D. N., Fukina V. A., Khandogina E. N., Shapovalova E. I. *Tkan' dlya zashchity ot elektromagnitnyh izluchenij* [Fabric for protection from electromagnetic radiation]. Patent RF, no 2411315, class. D03D 15/00, publ. 02/10/2011.
3. Kudryavtseva T. N., Grishchenkova V. A., Ryzhkin A. I., Petrov E. V., Lynkov L. M., Prudnik A. M. *Tekstil'nyj kompozit dlya zashchity ot elektromagnitnyh izluchenij* [Textile composite for protection against electromagnetic radiation]. Patent RF, no 2580140 C2, class. H01Q 17/00, publ. 04/10/2016.
4. Ishikawa, Toshikatsu et al. Electromagnetic wave absorbers. Patent EP, no. 0238291, class. H01Q 17/00, publ. 09/23/1987.
5. Silchenko E. V. Development of fabrics for special professional clothing with protection against electromagnetic radiation. Dis. ... cand. techn. sci. Moscow, 2018. 147 p.
6. Product catalog of Tex-center LLC: official website of the company. URL: <http://www.teks-centre.ru/materialv-i-tehnologii/catalog> (Accessed 26.08.2022).
7. Catalog of fabrics of LLC “Measuring systems and technologies”: official website of the company. URL: <http://izlucheniya.ru/product-category/tkani> (Accessed 26.08.2022).

Статья поступила в редакцию 12.09.2022

Принята к публикации 7.10.2022

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Научная статья

УДК 004.415.2

EDN PTYANG

doi 10.34216/2587-6147-2022-3-57-34-38

Милан Дмитриевич Попов¹

Анна Александровна Логинова²

Артем Руфимович Денисов³

^{1,2,3} Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

¹ milan070699@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6580-4614>

² aloginova255@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8306-4373>

³ iptema@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3359-4103>

ИНСТРУМЕНТ ВЫЯВЛЕНИЯ ПАТТЕРНОВ ПОВЕДЕНИЯ СТУДЕНТОВ КГУ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ PROCESS MINING

***Аннотация.** В данной статье рассматривается проблема формирования компетенций студента. Предлагается трансформация образовательной программы в систему образовательных результатов путем применения методов Educational Process Mining. В рамках исследования предлагается архитектура системы анализа цифровых следов студентов. Такая система даст возможность анализировать активность студентов в системе дистанционного обучения и в дальнейшем выявлять схожие поведенческие паттерны. Анализу подвержены данные из СДО Moodle, а именно задания, сдаваемые студентами, и действия, производимые ими в системе. Реализация данной архитектуры позволит на основе данных логов системы Moodle решить задачи выбора для студента наиболее подходящих компетенций в соответствии с его выявленными паттернами поведения в информационной среде.*

***Ключевые слова:** паттерн поведения, инструмент, Moodle, Process mining, формирование компетенций студентов, цифровой след, паттерны поведения, система поддержки принятия решений*

***Для цитирования:** Попов М. Д., Логинова А. А., Денисов А. Р. Инструмент выявления паттернов поведения студентов КГУ на основе алгоритмов PROCESS MINING // Технологии и качество. 2022. № 3(57). С. 34–38. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-34-38>.*

Original article

Milan D. Popov¹

Anna A. Loginova²

Artem R. Denisov³

^{1,2,3} Kostroma State University, Kostroma, Russia

A TOOL FOR REVEALING BEHAVIOUR PATTERNS OF KOSTROMA STATE UNIVERSITY STUDENTS BASED ON PROCESS MINING ALGORITHMS

***Abstract.** This article deals with the problem of the formation of student competences. It is proposed to transform the educational programme into a system of educational results by applying the methods of Educational Process Mining. As part of the study, the architecture of the system for analysing digital traces of students is proposed. Such a system will make it possible to analyse the activity of students in the distance learning system and in the future to identify similar behavioural patterns. Data from the LMS Moodle is subject to analysis, namely the tasks handed in by students and the actions they perform in the system. The implementation of this architecture will allow, based on the log data of the Moodle system, solving the problem of choosing the most appropriate competences for the student in accordance with its identified patterns of behaviour in the information environment.*

© Попов М. Д., Логинова А. А., Денисов А. Р., 2022

Keywords: *behaviour pattern, tool, Moodle, Process mining, student competences formation, digital footprint, behaviour patterns, decision support system*

For citation: Popov M. D., Loginova A. A., Denisov A. R. A tool for revealing behaviour patterns of Kostroma State University students based on PROCESS MINING algorithms. *Technologies & Quality*. 2022. No 3(57). P. 34–38. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-34-38>.

При реализации образовательных программ важно обеспечить не только формирование всех обязательных компетенций, прописанных во ФГОС, но и обеспечить удовлетворение внутренней потребности обучающегося в формате индивидуальной траектории в соответствии с его способностями и индивидуальными предпочтениями. Данная задача является неформализованной, что увеличивает влияние субъективных факторов (мнение родителей, информационный фон, формируемый СМИ и социальными сетями, и т. п.), что усложняет выбор студента и увеличивает шансы совершения ошибки при выборе траектории. С другой стороны, в университете это приводит к фактическому отказу от индивидуальных траекторий под предлогом того, что «студент сам не знает, чего хочет, при этом мы знаем, что ему потребуется в будущем». Все это приводит к тому, что по окончании обучения возникает неудовлетворенность студента качеством образовательной программы. Это также негативно сказывается на взаимодействии университет – работодатели, так как все студенты имеют примерно одинаковые компетенции, которые не соответствуют требованиям определенных рабочих мест, к тому же студенты не хотят работать на тех позициях, которые соответствуют их сформированным компетенциям. Все это негативно сказывается на имидже университета и качества его образовательных программ.

Решить данную проблему можно через трансформацию образовательной программы в упорядоченную систему образовательных результатов [1], часть которых определяют формирование обязательных компетенций, а для части предусмотрена возможность выбора для достижения одного из заложенных в систему компетентностных профилей, соответствующих требуемым компетенциям рабочих мест работодателей-партнеров.

При этом выбор студента должен сопровождаться соответствующей системой поддержки, которая, исходя из выявленных склонностей студента и анализа его работы при получении предыдущих образовательных результатов, рекомендовала бы ему направление движения по индивидуальной траектории. Чтобы обеспечить такую интеллектуальную поддерж-

ку, в системе должны быть данные о всех образовательных результатах студентов и истории их получения. Такая информация называется цифровым следом [2].

Использование концепции цифровых следов позволит:

- трансформировать содержание образовательной программы в упорядоченную систему формирования компетенций в соответствии с требованиями ФГОС и необходимостью компетенций на рабочих местах работодателей-партнеров;
- оценить сформированность компетенций студента;
- выявить задания, являющиеся избыточно сложными, приводящими к избыточному отсеву студентов;
- выявить индивидуальные предпочтения студентов на основе накопленных данных (цифровых следов) о его работе с поставленными заданиями в сопоставлении с ранее выявленными типовыми моделями поведения студентов [3].

Наиболее сложной является последняя задача, так как предполагает анализ процессов получения образовательных результатов, сохраненных в логах системы LMS [4]. Для решения таких задач используется целая группа методов интеллектуального анализа данных, которая получила название процессной аналитики, или Process Mining [5].

Процессная аналитика – это название ряда методов и подходов Data Mining для анализа процессов в информационных системах. Они применяются в случае, когда на основе данных журнала событий необходимо выявить и проанализировать процессы, определяющие логику действий пользователей. В основе такой аналитики лежит выделение и формализация типовых (повторяющихся) последовательностей действий, называемых паттернами. Выявление этих паттернов позволит со временем быстрее принимать решения, основываясь уже на схожих ситуациях и состояниях обучения студентов.

Применительно к решению задач образования процессная аналитика получила название Educational Process Mining [6]. Например, с помощью этих методов можно выявить типовые паттерны поведения студентов при получении

различных образовательных результатов, определить соответствие поведения студента ранее выявленным паттернам, выявить социальные связи между студентами и т. п. [7–10].

Следует помнить, что процессная аналитика – это не один метод, а целая группа методов, которые используются при решении различных задач. Соответственно, система поддержки принятия решений должна предусматривать возможность выбора метода в соответствии с поставленной задачей. Это предполагает открытую архитектуру системы, как это показано на рис. 1.

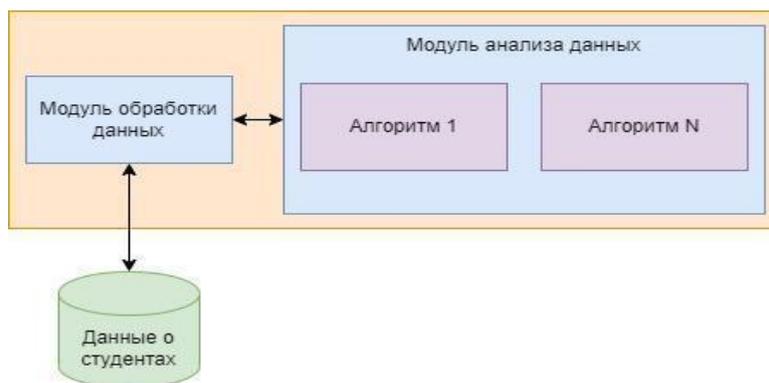


Рис. 1. Концептуальная схема системы поддержки принятия решений по выбору индивидуальных траекторий

В ходе обработки лог-файлов Moodle была сформирована таблица о результатах деятельности студентов, включающая 23 поля. Ключевыми из них являются:

- тип действия, выполненный студентом;
- уровень выполнения действия (курс, задание, форма);
- время фиксации действия в мс;
- идентификатор студента;
- реакция системы или преподавателя, который каким-либо образом отреагировал на активность студента;
- кафедра, в рамках которой было поставлено задание.

Проведенный анализ показал, что этих данных достаточно для обеспечения ключевых методов процессной аналитики, таких как Dotted Chart [9, 12], Fuzzy Miner [13], Social Network Miner [14, 15], Genetic Process Mining [16], Alpha Miner [17], Heuristic Miner [18].

При реализации системы поддержки принятия решений необходимо обеспечить соблюдение следующих требований:

- интеграция с существующей в Костромском государственном университете ИТ-инфраструктурой;

Чтобы обеспечить работу методов процессной аналитики, необходимо обеспечить их данными о результатах деятельности студентов. В Костромском государственном университете такие данные находятся в логах системы дистанционного обучения Moodle [11]. Данная система содержит собственную базу данных, которая фиксирует всю необходимую информацию, а именно: когда были произведены действия в системе, на каком уровне это сделано, что за действие было выполнено и есть ли какая-либо реакция от системы или преподавателя.

- распространение по лицензиям Apache/BSD/MIT, что позволит обеспечить интеграцию на уровне авторских прав;
- открытая платформа с возможностью добавления новых методов процессной аналитики;
- наличие системы визуализации полученных результатов, включая компетентностные профили студентов.

В качестве среды программирования была выбрана IDE PyCharm [19], как одна из основных сред программирования на языке python, в рамках глобальной системы которой уже реализованы выбранные методы процессной аналитики.

Общая архитектура подсистемы, отвечающей за реализацию методов процессной аналитики, приведена на рис. 2.

ВЫВОДЫ

1. В данной работе для решения поставленной проблемы выбора индивидуальных траекторий студентов была разработана архитектура подсистемы процессной аналитики.

2. Реализация данной архитектуры позволит на основе данных логов системы Moodle решить задачи выбора для студента наиболее подходящих компетенций в соответствии с его выявленными паттернами поведения в информационной среде.

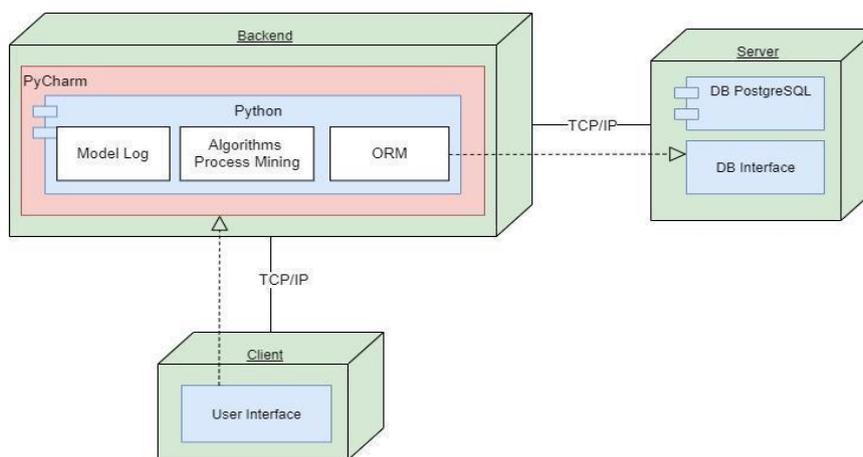


Рис. 2. Архитектура подсистемы процессной аналитики

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Оценка образовательных результатов на основе компетенций студентов. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=27188> (дата обращения: 12.09.2022).
2. Цифровой след. Стандарт цифрового следа Университет 20.35. URL: <https://standard.2035.university> (дата обращения: 09.09.2022).
3. Виноградова Д. А., Красавина М. С. Прототипирование информационной системы автоматического мониторинга мотивации студентов // Технологии и качество. 2020. № 3(49). С. 25–29.
4. Learning Management System. Большой обзор LMS-систем: виды, поставщики и реальный кейс внедрения. URL: <https://vc.ru/education/218817-bolshoy-obzor-lms-sistem-vidy-postavshchiki-i-realnyy-keys-vnedreniya> (дата обращения: 12.09.2022).
5. Process Mining. Ресурс с описанием понятия Process Mining. URL: <https://habr.com/ru/post/244879/> (дата обращения: 12.09.2022).
6. Логинова А. А., Денисов А. Р. Применение технологии анализа цифрового следа для создания системы, формирующей индивидуальный цифровой профиль студента // Восьмая Международная научно-практическая конференция «BIG DATA and Advanced Analytics / BIG DATA и анализ высокого уровня». Минск, 2022. С. 411–420.
7. Using Process Mining for Learning Resource Recommendation: A Moodle Case Study / W. Hachicha, L. Ghorbel, R. Champagnat, C. A. Zayani, I. Amous // Procedia Computer Science. 2021. No 192. P. 853–862.
8. Van der Aalst W. Process mining: Data science in action. Berlin : Heidelberg : Springer-Verlag, 2016. 477 p.
9. Bogarín A., Cerezo R., Romero C. A survey on educational process mining // Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery. 2018. Vol. 8, no 1. P. 1230–1247.
10. Bogarín A., Cerezo R., Romero C. Discovering learning processes using Inductive Miner: A case study with Learning Management Systems (LMSs) // Psicothema. 2018. Vol. 30, no 3. P. 322–329.
11. Moodle. Руководство по разработке на платформе Moodle. URL: <https://docs.moodle.org/dev/Process> (дата обращения: 12.09.2022).
12. Van der Aalst W., Guo S., Gorissen P. Comparative Process Mining in Education // Approach Based on Process Cubes. 3rd International Symposium on Data-Driven Process Discovery and Analysis (SIMPDA). Riva del Garda, 2013. P. 110–134. URL: https://hal.inria.fr/hal-01746404/file/335156_1_En_6_Chapter.pdf (дата обращения: 31.10.2022).
13. Gunther C. W., van der Aalst W. M. P. Fuzzy Mining – Adaptive Process Simplification Based on Multi-perspective Metrics // Proceedings of the 5th International Conference on Business Process Management. Lecture Notes in Computer Science. 2007. Vol. 4714. P. 328–343.
14. Process Mining in the Education Domain / Awatef Hicheur Cairns, Billel Gueni, Mehdi Fhima, Andrew Cairns, Stéphane David // International Journal on Advances in Intelligent Systems. 2015. Vol. 8, No 1-2. P. 219–232.
15. Aggarwal C. An Introduction to social network data analytics // Social Network Data Analytics. 2011. URL: <http://charuaggarwal.net/socialintro.pdf> (дата обращения: 31.10.2022).
16. Van der Aalst W. M. P., de Medeiros A. K. A., Weijters A. J. M. M. Genetic Process Mining // Applications and Theory of Petri Nets : 26th International Conference (June 20–25, 2005. Miami). 2005. P. 48–69.
17. Van der Aalst W. M. P., Weijters A. J. M. M., Maruster L. Workflow Mining: Discovering Process Models from Event Logs // IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. 2004. № 16(9). P. 1128–1142.

18. Weijters A. J. M. M., van der Aalst W. M. P., de Medeiros A. A. K. Process Mining with the Heuristics Miner-algorithm // BETA Working Paper Series, WP 166. Eindhoven : Eindhoven University of Technology, 2006. URL: https://www.researchgate.net/publication/306014995_Process_mining_with_the_heuristics_miner-algorithm (дата обращения: 31.10.2022).
19. JetBrains. PyCharm. Ресурс распространения средств разработки ПО. URL: <https://www.jetbrains.com/idea> (дата обращения: 15.09.2022).

REFERENCES

1. Evaluation of educational results based on students' competencies*. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=27188> (date of access: 12.09.2022) (In Russ.)
2. Digital footprint. Digital Footprint Standard University 20.35*. URL: <https://standard.2035.university/> (date of access: 09.09.2022) (In Russ.)
3. Vinogradova D. A., Krasavina M. S. Prototyping an information system for automatic monitoring of student motivation. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies and quality]. 2020;3(49):25–29. (In Russ.)
4. Learning Management System. A large overview of LMS systems: types, suppliers and a real implementation case*. URL: <https://vc.ru/education/218817-bolshoy-obzor-lms-sistem-vidy-postavshchiki-i-realnyy-keys-vnedreniya> (date of access: 12.09.2022) (In Russ.)
5. Process Mining. A resource describing the concept of Process Mining*. URL: <https://habr.com/ru/post/244879> (date of access: 12.09.2022) (In Russ.)
6. Loginova A. A., Denisov A. R. Application of the technology analysis of the digital footprint to create a system for forming the individual digital profile of the student. *BIG DATA i analiz vysokogo urovnya* [BIG DATA and Advanced Analytics], 2022. (In Russ.)
7. Hachicha W., Ghorbel L., Champagnat R., Zayani C. A., Amous I. Using Process Mining for Learning Resource Recommendation: A Moodle Case Study. *Procedia Computer Science* 2021;192:853–862.
8. Van der Aalst W. Process mining: Data science in action. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag. 2016. 477 p.
9. Bogarín A., Cerezo R., Romero C. A survey on educational process mining. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*. 2018;8,1:1230–1247.
10. Bogarín, A., Cerezo, R., Romero, C. Discovering learning processes using Inductive Miner: A case study with Learning Management Systems (LMSs). *Psicothema*. 2018;30,3:322–329.
11. Moodle. Moodle Development Guide*. URL: <https://docs.moodle.org/dev/Process> (date of access: 12.09.2022).
12. Van der Aalst W., Guo S., Gorissen P. Comparative Process Mining in Education. Approach Based on Process Cubes. 3rd International Symposium on Data-Driven Process Discovery and Analysis (SIMPDA). Riva del Garda. 2013:110–134. URL: https://hal.inria.fr/hal-01746404/file/335156_1_En_6_Chapter.pdf (Accessed 31.10.2022).
13. Gunther C. W., van der Aalst W. M. P. Fuzzy Mining – Adaptive Process Simplification Based on Multi-perspective Metrics. *Proceedings of the 5th International Conference on Business Process Management. Lecture Notes in Computer Science*. 2007;4714:328–343.
14. Awatef Hicheur Cairns, Billel Gueni, Mehdi Fhima, Andrew Cairns, Stéphane David. Process Mining in the Education Domain. *International Journal on Advances in Intelligent Systems*. 2015;8,1-2:219–232.
15. Aggarwal C. An Introduction to social network data analytics. *Social Network Data Analytics*. 2011. URL: <http://charuaggarwal.net/socialintro.pdf> (Accessed 31.10.2022).
16. Van der Aalst W. M. P., de Medeiros A. K. A., Weijters A. J. M. M. Genetic Process Mining. Applications and Theory of Petri Nets : 26th International Conference (June 20–25, 2005. Miami). 2005:48–69.
17. Van der Aalst W. M. P., Weijters A. J. M. M., Maruster L. Workflow Mining: Discovering Process Models from Event Logs. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*. 2004;16(9):1128–1142.
18. Weijters A. J. M. M., van der Aalst W. M. P., de Medeiros A. A. K. Process Mining with the Heuristics Miner-algorithm. BETA Working Paper Series, WP 166. Eindhoven : Eindhoven University of Technology, 2006. URL: https://www.researchgate.net/publication/306014995_Process_mining_with_the_heuristics_miner-algorithm (Accessed 31.10.2022).
19. JetBrains. PyCharm. Software Development Tools Distribution Resource*. URL: <https://www.jetbrains.com/idea> (Accessed: 15.09.2022). (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 6.06.2022
Принята к публикации 7.10.2022

*Перевод названия источника выполнен авторами статьи / Translated by the author's of the article.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Научная статья

УДК 62-57

EDN PILJKZ

doi 10.34216/2587-6147-2022-3-57-39-41

Светлана Васильевна Букина¹

Татьяна Александровна Ситникова²

^{1,2} Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

¹ tmmbukina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2137-7304>

² tatoshic27@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9859-4788>

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСЛОВИЙ ОПТИМАЛЬНОГО ПУСКА МАШИННОГО АГРЕГАТА

Аннотация. В статье приводится вывод аналитических зависимостей, характеризующих условия оптимального по потерям энергии в асинхронном электродвигателе пуска машинного агрегата, оснащенного звеном регулируемого скольжения. Показано, что в случае использования в кинематической цепи привода звеньев регулируемого скольжения и при значительной инерционности ведомых звеньев целесообразно выдерживать условия оптимального по потерям энергии в электродвигателе пуска машинного агрегата. Для выполнения этих условий необходимо на втором этапе пуска машинного агрегата поддерживать скоростной режим асинхронного электродвигателя, при котором потери энергии на его нагрев, будут минимальны. Учет всех факторов, влияющих на движение звеньев регулируемого скольжения, позволит снизить напряженность процесса пуска машинного агрегата.

Ключевые слова: машинный агрегат, пуск, потери энергии, асинхронный двигатель, критическое скольжение, крутящий момент, звено регулируемого скольжения

Для цитирования: Букина С. В., Ситникова Т. А. К вопросу определения условий оптимального пуска машинного агрегата // Технологии и качество. 2022. № 3(57). С. 39–41. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-39-41>.

Original article

Svetlana V. Bukina¹

Tatiana A. Sitnikova²

^{1,2} Kostroma State University, Kostroma, Russia

ON THE ISSUE OF DETERMINING THE CONDITIONS FOR OPTIMAL START-UP OF THE MACHINE UNIT

Abstract. The article presents the conclusion of analytical dependences characterising the conditions of optimal energy loss in an asynchronous electric motor for starting a machine unit equipped with an adjustable sliding link. It is shown that in the case of using adjustable sliding links in the kinematic drive chain and with significant inertia of the driven links, it is advisable to withstand the conditions of optimal start-up of the machine unit in terms of energy losses in the electric motor. To fulfill these conditions, it is necessary to maintain the high-speed mode of the asynchronous electric motor at the second stage of starting the machine unit, in which the energy losses in the asynchronous motor, on which its heating depends, will be minimal. Taking into account all factors affecting the movement of the adjustable sliding links will reduce the intensity of the machine unit start-up process.

Keywords: machine unit, start-up, energy loss, asynchronous motor, critical slip, torque, adjustable sliding link

For citation: Bukina S. V., Sitnikova T. A. On the issue of determining the conditions for optimal start-up of the machine unit. *Technologies & Quality*. 2022. No 3(57). P. 39–41. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-39-41>.

Определение условий оптимального пуска машинного агрегата с точки зрения потерь энергии в асинхронном электродвигателе имеет важное техническое значение как при создании, так и исследовании новых машин. Динамические эффекты резко проявляются во время переходных режимов – разгона, выбега и требуют их учета при создании машины. Динамический анализ и динамический синтез машинного агрегата взаимосвязаны между собой. Например, некоторые методы динамического анализа машинного агрегата с учетом статической характеристики электродвигателя и неравномерности хода представлены в работах [1–3].

Оптимальный по потерям энергии в процессе цикла режим работы электродвигателя имеет место при пуске машинного агрегата в два этапа. Сначала разгон двигателя до номинальной скорости, а затем приведение в движение ведомого звена при номинальной скорости двигателя и номинальном моменте на его валу [4].

В работе [5] было показано, что для оптимального по быстрдействию пуска машинного агрегата необходимо использовать максимально возможную мощность и найти величину скольжения S^* , при котором реализуется наибольшая мощность асинхронного электродвигателя:

$$S^* = S_k(1 - S_k), \quad (1)$$

где S_k – критическое скольжение асинхронного электродвигателя.

В случае использования в кинематической цепи привода звеньев регулируемого скольжения (гидравлических муфт или электромагнитных порошковых муфт) и при значительной инерционности ведомых звеньев целесообразно выдерживать условия оптимального по потерям энергии в электродвигателе пуска машинного агрегата.

При этом процесс пуска разбивается на следующие три этапа:

- 1) приведение в движение двигателя вхолостую до скорости, при которой обеспечивается разгон оптимальный по нагреву двигателя;
- 2) включается звено регулируемого скольжения, обеспечивающее разгон ведомого звена до скорости двигателя при неизменной скорости последнего и моменте на его валу;
- 3) совместный разгон двигателя и ведомого звена до номинальной скорости.

Потери энергии в асинхронном двигателе, от которых зависит его нагрев, определяются величиной произведения i^2t , где i – ток в двигателе, t – продолжительность второго этапа запуска.

Для определения скорости режима двигателя на втором этапе пуска необходимо найти на устойчивой ветви его механической характеристики (рис.) скорость или соответствующее ей скольжение S_2 , при котором произведение i^2t минимально.

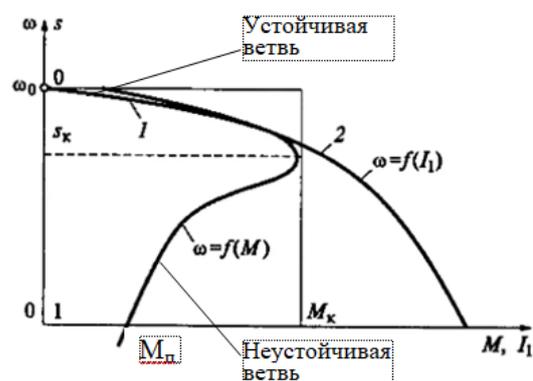


Рис. Примерные механическая (1) и электромеханическая (2) характеристики асинхронного электродвигателя

Продолжительность разгона ведомого звена от состояния покоя до скорости двигателя при постоянном моменте сопротивления M_c , равном номинальному моменту двигателя $M_{ном}$ и приложенном к ведомому звену, будет

$$t = \frac{J\omega_0(1 - S_2)}{M - M_c}, \quad (2)$$

где J – момент инерции ведомого звена;

ω_0 – синхронная скорость электродвигателя, $\omega_0 = \text{const}$;

M – крутящий момент на валу электродвигателя.

Так как ток в двигателе и крутящий момент на его валу связаны соотношением $k^2t = MS_2$, где можно принять коэффициент мощности $k = \text{const}$, то, выражая M по упрощенной формуле Клосса [6], можно записать следующую зависимость $i^2t = f(S_2)$:

$$i^2t = \frac{2M_k S_k J \omega_0 (S_2^2 - S_k^3)}{k(2M_k S_k S_2 - M_c S_2^2 - M_c S_k^2)}, \quad (3)$$

где M_k – критический момент двигателя; S_k – критическое скольжение.

Дифференцируя правую часть выражения (3) и приравнявая результат к нулю находим следующее соотношение, при котором произведение $i^2 t$ минимально.

$$S_2^3 - 4\lambda S_k S_2^2 + (2\lambda S_k + 3S_k^2)S_2^2 - 2S_k^2 = 0, \quad (4)$$

где $\lambda = \frac{M_k}{M_c} = \frac{M_k}{M_{ном}}$.

Так как $0 \leq S_2 \leq S_k$, а для асинхронного короткозамкнутого двигателя $S_k = 0,1 \dots 0,15$, то, пренебрегая в выражении (4) членами третьего порядка малости, находим

$$S_2 = \frac{S_k}{\lambda}. \quad (5)$$

Например, при пуске машинного агрегата, оснащенного электродвигателем А02-52-4 ($N = 10$ кВт, $n = 1460$ об/мин, $\lambda = 2$, $S_k = 0,1$, $S_{ном} = 0,0266$), $S_2 = 0,05$.

ВЫВОДЫ

1. Определены условия оптимального по потерям энергии в асинхронном электродвигателе пуска машинного агрегата, оснащенного звеном регулируемого скольжения.

2. Показано, что для выполнения этих условий необходимо на втором этапе пуска поддерживать скоростной режим асинхронного электродвигателя, определяемый соотношением (5).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Букина С. В. Динамическое проектирование рычажного механизма кромкообразования ткацкого станка фирмы Dornier с учетом статической характеристики электродвигателя // Вестник Костромского государственного технологического университета. 2015. № 1(34). С. 47–49.
2. Букина С. В., Ситникова Т. А. Динамический анализ машинного агрегата с помощью автоматизированного расчета с учетом неравномерности вращения главного вала станка // Технологии и качество. 2018. № 1(39). С. 28–35.
3. Букина С. В., Ширяев К. Е. Об аналитическом методе решения уравнения движения машинного агрегата // IV Международная школа-конференция молодых ученых «Нелинейная динамика машин» – School-NDM 2017 : сборник трудов (Москва, 18–21 апреля 2017 г.). М. : ИМАШ РАН, 2017. С. 207–209.
4. Артоболевский И. И., Зиновьев В. А., Умнов Н. В. Динамика механической системы с вариатором // Динамика машин. М. : Машиностроение, 1970. С. 17–23.
5. Леонов И. В., Леонов Д. И. Теория машин и механизмов. Основы проектирования по динамическим критериям и показателям экономичности : учеб. пособие. М. : Высшее образование, 2008. 500 с. (Основы наук).
6. Епифанов А. П. Основы электропривода : учеб. пособие. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2009. 192 с.

REFERENCES

1. Bukina S. V. Dynamic design of the lever mechanism of the edge formation of the Dornier loom, taking into account the static characteristics of the electric motor. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kostroma State Technological University]. 2015;1(34):47–49.
2. Bukina S. V., Sitnikova T. A. Dynamic analysis of a machine unit using automated calculation taking into account the unevenness of rotation of the main shaft of the machine. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2018;1: 28–35.
3. Bukina S. V., Shiryayev K. E. On the analytical method for solving the equation of motion of a machine. IV International School-Conference of Young scientists “Nonlinear dynamics of machines” – School-NDM 2017: Proceedings (Moscow, April 18-21, 2017). Moscow, IMASH RAS Publ., 2017. P. 207–209.
4. Artobolevsky I. I., Zinoviev V. A., Umnov N. V. Dynamics of a mechanical system with a variator. - In the collection *Dynamics of machines*. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1970. P. 17–23.
5. Leonov I. V., Leonov D. I. Theory of machines and mechanisms. Fundamentals of design by dynamic criteria and efficiency indicators. Moscow, Vysshee obrazovanie Publ., 2008. 500 p. (Fundamentals of Sciences).
6. Epifanov A. P. Fundamentals of electric drive. 2nd ed., erased. St. Petersburg. Lan' Publ., 2009. 192 p.

Статья поступила в редакцию 26.06.2022

Принята к публикации 7.10.2022

ДИЗАЙН

Научная статья

УДК 745.03+671.1+673.15+666.293

EDN OKZJSU

doi 10.34216/2587-6147-2022-3-57-42-47

Ирина Владимировна Рыбакова¹

Сергей Ильич Галанин²

^{1,2} Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

¹ irarybakova.v@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8437-5798>

² sgalanin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5425-348X>

ДИЗАЙН И ТЕХНОЛОГИИ В МИРОВОЙ ИСТОРИИ ЭМАЛЬЕРНОГО ДЕЛА: ОТ ЗАРОЖДЕНИЯ ЭМАЛЬЕРНОЙ ТЕХНИКИ ДО ЭМАЛЕЙ ДРЕВНЕЙ РУСИ

***Аннотация.** В статье рассмотрены особенности и взаимодействие дизайна и технологий на разных этапах общемировой истории эмальерного дела. Выявлены истоки и прообразы эмальерного искусства, их пошаговое развитие от предэмальерных технологий. Прослежено и подчеркнута поэтапное развитие различных технологических и визуальных приемов в горячей ювелирной эмали в исторической ретроспективе. Искусствоведческим анализом исследований горячего эмалирования в различных странах и регионах выявлены основные точки развития эмальерного дела. Подчеркнуто постепенное развитие, влияние и заимствование различных техник, региональные и технологические особенности. Раскрыта зависимость технологических приемов и возможностей дизайна, актуального для различных исторических периодов, сделана попытка расшифровки постановки художественных задач мастеров прошлого. Показаны длительный опыт отработки различных технологических приемов и необходимость сохранения и непосредственной передачи мастерства от учителя к ученику. Сделаны выводы о пошаговом длительном развитии технологий горячих ювелирных эмалей и непосредственной зависимости художественной составляющей от технологических новшеств, а также необходимости непосредственного изучения всех возможностей и свойств эмали, отработанных в прошлом.*

***Ключевые слова:** история дизайна, ювелирный дизайн, горячая ювелирная эмаль, технология горячего эмалирования, история ювелирного искусства, художественная эмаль, стилистика*

***Для цитирования:** Рыбакова И. В., Галанин С. И. Дизайн и технологии в мировой истории эмальерного дела: от зарождения эмальерной техники до эмалей Древней Руси // Технологии и качество. 2022. № 3(57). С. 42–47. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-42-47>.*

Original article

Irina V. Rybakova¹

Sergey I. Galanin²

^{1,2} Kostroma State University, Kostroma, Russia

DESIGN AND TECHNOLOGY IN THE WORLD HISTORY OF ENAMELMAKING: FROM THE ORIGIN OF ENAMEL TECHNOLOGY TO THE OLD RUS' ENAMELS

***Abstract.** The article deals with the peculiarities and interaction of design and technology at different stages of the world history of enamel art. The origins and prototypes of enamel art and their stepwise development from pre-enamel technologies in the enamel art are revealed. The stepwise development of various technological and visual techniques in hot jewellery enamel in historical retrospect is traced and emphasised. The art history analysis of hot enamelling studies in different countries and regions reveals the main points of enamelling development. The gradual development, influence and borrowing of different techniques, regional and technological peculiarities are underlined. The dependence of technological methods and possibilities of design relevant to different historical periods is revealed; an attempt to decipher the formulation of artistic*

© Рыбакова И. В., Галанин С. И., 2022

tasks of the masters of the past is made. The authors show the long experience of working out various technological methods and the necessity of preserving and direct transfer of skills from the master craftspeople to their apprentices. Conclusions are made about the stepwise long-term development of hot-jewelled enamel technologies and the direct dependence of the artistic component on technological innovations, as well as the necessity to directly study all possibilities and properties of enamel worked out in the past.

Keywords: history of design, jewellery design, hot jewellery enamel, hot enamelling technology, history of jewellery art, artistic enamel, stylistics

For citation: Rybakova I. V., Galanin S. I. Design and technology in the world history of enamelmaking: from the origin of enamel technology to the Old Rus' enamels. Technologies & Quality. 2022. No 3(57). P. 42–47. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-42-47>.

При обсуждении ювелирных эмалей почти всегда уточняется технология их получения: перегородчатая, выемчатая, витражная или другая. Эти разновидности ассоциируются с историческими периодами их возникновения. Позднее освоенные технологии не являются простым усовершенствованием более ранних. Каждая разновидность эмали на этапе ее создания была максимально выразительным художественным средством воплощения идей художников-эмальеров. Зачастую технология развивала новые визуальные возможности и формы, а иногда и художественные задачи вели к переосмыслению технологического подхода. Цель статьи – анализ исторического развития дизайна и технологий изделий с горячими эмальями.

Зарождение искусства художественных эмалей. Искусство художественных эмалей за-

родилось более трех тысячелетий назад, но динамика совершенствования технологий их получения была весьма незначительной. Поэтому многие технологические приемы эмалирования, используемые сегодня, неизменны на протяжении нескольких последних веков [1–4].

Одни из самых первых предметов, в декорировании которых применялась эмаль, датируются серединой II тысячелетия до н. э. Они были созданы в Микенах (Греция) [5]. Однако зарождение технологии эмалирования началось существенно раньше. Созданные в середине III тысячелетия до н. э. на территории Междуречья украшения декорировались цветными камнями, закрепленными на металлической основе с перегородками (табл.). Это визуально напоминает более позднюю перегородчатую эмаль.

Т а б л и ц а

Исторические особенности дизайна и технологии эмалирования в различных регионах

Временной период	Регион	Особенности	№ рисунка
Середина II тыс. до н. э.	Микены (Греция)	Цветные камни на металлической основе с перегородками	
	Египет	Цветные камни на металлической основе с перегородками, возможны вставки из стекла	1
I тыс. до н. э.	Греция	Наплавленное стекло на золотую основу	2
	Кельтские племена	Выемчатая эмаль по бронзе	3, 4
I век	Древний Рим	Выемчатая эмаль по бронзе иногда встречается, драгоценные металлы не использовались	
II в. и с VI в.	Грузия	Выемчатые эмали	6
С VI в.	Византия	Классические перегородчатые эмали. Цветные камни в оправе без основы как предпосылки к витражной эмали	5
	Древняя Русь	Классические перегородчатые эмали, византийская преемственность. В отличие от византийских более крупные ячейки и другие цветовые сочетания создавали отличный визуальный эффект. Цветовые сочетания в зависимости от школы	7

Подобным примером являются и Древнеегипетские изделия со вставками (инкрустацией) цветных камней и кусочков цветной смальты в выемки в металлической основе [6, 7]. Эта техника подготовила фундамент для совершенствования технологии расцветивания металла с использованием перегородчатых и выемчатых эмалей. Тем не менее утверждать, что в Древнем Египте не изготавливали предметы с эмалью полного технологического цикла, нельзя,

так как некоторые источники высказывают мнение о «настоящей эмали» в египетских украшениях (рис. 1).

Почти все предметы, относящиеся к предэмальной технологии, с художественной точки зрения являются лишь формой полихромного обогащения металла, инкрустированного шлифованными цветными драгоценными и поделочными камнями, окрашенной керамикой, смальтой или стеклом, вклеенными

в выемки, либо ограниченные перегородками ячейки. Для перехода от инкрустации к эмали оставался всего один шаг, состоящий в сочетании металлообработки с изготовлением легкоплавких стекол. Для датировки начала применения эмалирования берется не единичный случай, а массовое изготовление изделий из металла в соединении со стеклом, использованием нагревания всего изделия и расплавления стеклянного порошка.



Рис. 1. Пектораль из гробницы Тутанхамона, Древний Египет

С начала I тысячелетия до н. э. греческие мастера уже систематически наплавливали эмаль на золотые украшения. Различия между древнегреческими и древнеегипетскими украшениями существенны. Египетские украшения оставались плоскостными, помещенные в ячейки драгоценные камни находились на одном уровне с керамикой и цветным стеклом как части общей композиции. Греческие же изделия отличались ярко выраженной объемной формой. Пластичность подчеркивалась акцентными цветовыми вставками эмали (см. табл., рис. 2) [5].



Рис. 2. Браслет с Геракловым узлом, Древняя Греция

К середине I тысячелетия до н. э. у кельтских племен, населявших часть Франции и Британии, получила развитие выемчатая эмаль по бронзе. Поначалу это было вплавленное красное непрозрачное стекло как замена коралловых вставок. Позже встречаются синие, зеленые и белые цвета непрозрачных эмалей, их накладывали довольно близко друг к другу, разделяя узкими перегородками (см. табл., рис. 3, 4).

Римские мастера переняли принципы работы у кельтов, прикладывая выемчатую эмаль

по бронзовым изделиям, на драгоценных металлах эмаль в древнем Риме не встречается [5].



Рис. 3. Кельтская брошь в виде дракона



Рис. 4. Кельтская зооморфная брошь

Становление мирового искусства художественных эмалей. Византийские эмали – классические образцы эмальерного искусства. При этом византийские техники не являются продолжением кельтских или египетских, близких к перегородчатым эмалям. Наиболее тесная связь просматривается с украшениями, изготовленными на Ближнем Востоке на территории современной Сирии, а следовательно, с наследием цивилизации Междуречья.

Перегородчатые эмали в Византии получили высокое развитие уже с VI века, а их расцвет приходится на начало XII века. Эмалями украшали как светские украшения, так и религиозные предметы – оклады книг и икон, кресты, ларцы, реликварии, образки и прочее. Таким образом, эмаль стала развиваться как изобразительное средство, а не просто как элемент декорирования (см. табл., рис. 5).



Рис. 5. Эмалевая плакетка, Византия, XI век

Установлено, что в некоторых украшениях, наряду с эмалью, частично применялись цветные камни, которые закреплялись в сетке из золотых перегородок, то есть без основания. Это можно назвать предпосылками к витражному эмалированию. Но это лишь единичные, нетипичные работы.

Византийские эмали изменили отношение к этой технике только как средству имитации камней. Эмаль становится самостоятельным художественным приемом. Византия оказала большое влияние на развитие техники эмалирования в Средневековой Европе [8], стала ведущим центром этого искусства, от которого влияние и тенденции распространились на Древнюю Русь, Грузию, Армению.

История грузинских изделий с использованием эмали начинается со II века н. э. Ряд предметов с выемчатой эмалью свидетельствует, что технология эмалирования была известна в этом регионе давно. Большинство дошедших до нас экземпляров относят к более поздним периодам. Грузинские украшения и предметы с перегородчатой эмалью имеют много точек соприкосновения с византийскими изделиями: это и принцип технического исполнения, и используемые цвета, и их сочетания, и иконография сюжетов, также идентичны и составы эмалевых красок.

Тем не менее есть и принципиальные различия. Это проявляется и в графике перегородок, и в характере основных линий (см. табл., рис. 6). Если византийские изображения – это строгие, четкие линии, то в грузинских эмалях изображения переданы плавными, порой нечеткими линиями, но максимально выразительно. Если византийские эмали украшают как религиозные, так и светские предметы, то грузинские эмали практически полностью культовые. Важное отличие грузинских эмалей – использование винных и лиловых оттенков, что связано с применением местного сырья, в частности оксидов марганца, добываемого в этом регионе.



Рис. 6. Эмалевая плакетка, Грузия, XII век

Эмальерное искусство Древней Руси.

Эмаль занимает важное место в истории русского ювелирного и декоративно-прикладного искусства. К наиболее ранним предметам с эмалью, созданным на территории Древней Руси, относят бронзовые украшения с выемчатой эмалью, датированные IV–V веками. Но основные изменения произошли с пришествием христианской религии из Византии и вместе с ней художественных принципов создания культовых предметов, в большинстве своем украшенных эмалями. Перегородчатая эмаль считается вершиной прикладного искусства домонгольской Руси (см. табл., рис. 7). Русские ремесленники познакомились с этой техникой в XI веке, когда в Византии она получила уже широкое развитие, и учились на первоклассных образцах. Это позволило развивать и совершенствовать мастерство во многих центрах русских княжеств. Когда в Византии эмали переживали упадок, в русских мастерских наблюдалось их небывалое развитие. Эмалью украшались различные декоративные предметы светского и религиозного свойства, а также простые медные украшения, бытовавшие в народной среде. В основном использовалось сочетание выемчатой и перегородчатых техник. Сюжеты, образы и орнаментальные мотивы брались византийские, но к ним добавились и сюжеты русского средневекового bestiaria. Первоначально изображения птиц на киевских эмалях довольно точно повторяли византийские оригиналы, но по мере развития русского производства они обретали свои собственные черты и детали.



Рис. 7. Колт древнерусский, XI–XII века

При всей похожести, особенно первых изделий, созданных на Руси, мастера не прибегали к простому копированию. Даже при сохранении внешних признаков менялись сами эмали и преобладающие цвета – синий, красный, зеленый, белый. В изделиях преобладают несколько основных цветов, полутона почти всегда отсутствуют. Большое количество используемого бело-

го цвета создавало впечатление несколько разбеленной яркой и многоцветной гаммы. Это впечатление усиливалось созданием более крупных ячеек основания по сравнению с византийскими [9].

Со временем в изделиях каждого крупного русского эмальерного центра начали проявляться свои художественные особенности. Например, во владимирских изделиях преобладал синий цвет, в рязанских – нежно-голубые тона. Кроме того, обилие драгоценных камней, украшающих большие круглые колты, многоцветие, скань вокруг изображений святых, выполненных в технике перегородчатой эмали, отличало рязанскую школу мастеров [10].

К концу XII века наметился существенный отход от византийской школы. Меняются формы, система декора, в значительной степени смысл и содержание мотивов, приобретающих отчетливую самобытность. Мастера начинают чувствовать возможности техники и стиля, широко осваивать, интерпретировать и перерабатывать на свой лад образцы не только византийского, но и западноевропейского эмальерного искусства.

Византийские мастера индивидуально прорисовывали и прочеканивали рисунок изделия, русские мастера применяли шаблон, по которому создавался оттиск для будущих углублений. Сами ячейки располагались не в столь

четком порядке, как в византийских изделиях, образуя несколько хаотичный геометрический узор. Особенно часто в этой манере создавались складки одеяний. Меньшее количество, укрупнение ячеек вело к уменьшению цветовых сочетаний и некой скупости, сдержанности колорита, однако создавало эффект цельности композиции [11].

ВЫВОДЫ

Краткий экскурс в историю зарождения эмальерного дела ясно показал, что на протяжении многих столетий этот вид технологии ювелирного искусства имеет длительные периоды преемственности и освоения технологий. Одной из особенностей эмалирования можно назвать длительный жизненный цикл каждого из видов эмали на этапе передачи мастерства и заимствования, в преддверии возможного нового витка художественных задач и технологических решений. Вследствие этого мы можем наблюдать довольно длительные периоды создания и бытования предметов с горячей эмалью, идентичных по технологическому созданию в разных странах. Стилистические же изменения и новые художественные решения могут долго быть неизменными. Можно заключить, что на раннем этапе развития эмальерного дела технологические новшества сильнее влияли на изменения в стилистике.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Davran A. Enameling applications on metal from past to future : approval of the Graduate School of Social Sciences. Izmir, 2011. 80 p.
2. Werge-Hartley J. Enamelling on Precious Metals. Nebraska : Crowood Press, Print, 2002. 176 p.
3. Ball R. Enamelling. London : A and C Black, 2006. 128 p.
4. Cohen K. L. The art of fine enameling. 2nd ed. Guilford, Connecticut : Stackpole Books, 2019. 320 p.
5. Marshall F. Catalogue of the jewellery, Greek, Etruscan, and Roman, in the departments of antiquities, British Museum. London, 1911. 400 p.
6. Edwards I., Eiddon S. Tutankhamun's jewelry. New York : Metropolitan Museum of Art, USA, 1976. 48 p.
7. Andrews C. A. R. Catalogue of Egyptian Antiquities in the British Museum. Vol. 6. Jewellery 1, From the Earliest Times to the Seventeenth Dynasty. London, 1981. 104 p.
8. Frazer M. Medieval Church Treasuries. The Metropolitan Museum of Art Bulletin. Winter 1985/86. Vol. 43, No 3. 60 p.
9. Культура Византии, вторая половина VII – XII в. / отв. ред. Г. Г. Литаврин, З. В. Удальцова. М. : Наука, 1989. 680 с.
10. Постникова-Лосева М. М. Русская золотая и серебряная скань. М. : Искусство, 1981. 287 с.
11. Коварская С. Я., Костина И. Д., Шакурова Е. В. Русское серебро XIV – начала XX века из фондов государственных музеев Московского Кремля. М. : Советская Россия, 1984. 249 с.

REFERENCES

1. Davran A. Enameling applications on metal from past to future. Approval of the Graduate School of Social Sciences. Izmir, 2011. 80 p.
2. Werge-Hartley J. Enamelling on Precious Metals. Nebraska. Crowood Press, Print, 2002. 176 p.
3. Ball R. Enamelling. London. A and C Black, 2006. 128 p.

4. Cohen K. L. The art of fine enameling. 2nd ed. Guilford, Connecticut. Stackpole Books, 2019. 320 p.
5. Marshall F. Catalogue of the jewellery, Greek, Etruscan, and Roman, in the departments of antiquities, British Museum. London, 1911. 400 p.
6. Edwards I., Eiddon S. Tutankhamun's jewelry. New York. Metropolitan Museum of Art, USA, 1976. 48 p.
7. Andrews C. A. R. Catalogue of Egyptian Antiquities in the British Museum. Vol. 6. Jewellery 1, From the Earliest Times to the Seventeenth Dynasty. London, 1981. 104 p.
8. Frazer M. Medieval Church Treasuries. The Metropolitan Museum of Art Bulletin. Winter 1985-86;43,3:60.
9. Culture of Byzantium, the second half of the VII – XII centuries Litavrin G. G., Udal'cova Z. V. ed. Moscow, Nauka Publ., 1989. 680 p. (In Russ.)
10. Postnikova-Loseva M. M. Russian gold and silver scan. Moscow, Iskusstvo Publ., 1981. 287 p. (In Russ.)
11. Kovarskaya S. Ya., Kostina I. D., Shakurova E. V. Russian silver of the XIV – early XX century from the funds of the state museums of the Moscow Kremlin. Moscow, Sovetskaya Rossiya Publ., 1984. 249 p. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 7.04.2022
Принята к публикации 7.10.2022

Научная статья
УДК 666.29
EDN YOWJPD
doi 10.34216/2587-6147-2022-3-57-48-55

Татьяна Викторовна Лебедева¹

Виктория Сергеевна Романовская²

^{1,2} Костромской государственный университет, г. Кострома, Россия

¹ letavi44@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7744-4193>

² romanovskaya_vikulya@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8205-8788>

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОТХОДОВ ЭМАЛЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. В работе приведены результаты исследования возможности использования отходов эмалевого производства для декорирования ювелирно-художественных изделий. Показаны возможности получения разнообразных декоративных эффектов на поверхности эмалевых покрытий (сграффито, скроллинг, эмалирование с использованием трафаретов, создание разнообразных изображений и др.). Повторное использование отходов эмалевого производства является в настоящее время актуальным экологичным трендом. Кроме того, данный подход обладает большим потенциалом для декорирования разнообразных ювелирно-художественных изделий и существенно расширяет возможности дизайна изделий с эмалевыми покрытиями.

Ключевые слова: горячее эмалирование, отходы эмалевого производства, эмалевое покрытие, декоративные эффекты, ювелирно-художественные изделия, техника сграффито, техника скроллинг

Для цитирования: Лебедева Т. В., Романовская В. С. Исследование декоративных возможностей отходов эмалевого производства // Технологии и качество. 2022. № 3(57). С. 48–55. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-48-55>.

Original article

Tatiana V. Lebedeva¹

Victoria S. Romanovskaya²

^{1,2} Kostroma State University, Kostroma, Russia

INVESTIGATION OF DECORATIVE POSSIBILITIES OF ENAMEL PRODUCTION WASTE

Abstract. The paper presents the results of a study of the possibility of using enamel production waste for decorating jewellery and art products. The possibilities of obtaining a variety of decorative effects on the surface of enamel coatings (sgraffito, scrolling, enamelling using stencils, creating a variety of images, etc.) are shown. The reuse of enamel production waste is currently a topical eco-friendly trend. In addition, this approach has great potential for decorating a variety of jewellery and art products and significantly expands the design possibilities of products with enamel coatings.

Keywords: hot enamelling, waste of enamel production, enamel coating, decorative effects, jewellery and art products, sgraffito technique, scrolling technique

For citation: Lebedeva T. V., Romanovskaya V. S. Investigation of decorative possibilities of enamel production waste. Technologies & Quality. 2022. No 3(57). P. 48–55. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-48-55>.

Горячее художественное эмалирование, несмотря на многовековые традиции, остается одной из перспективных технологий, позволяющей создавать уникальные украшения. Оно обладает широчайшим потенциалом, благодаря большому разнообразию декоративных способов, приемов и техник эмалирования [1, 2].

В последнее время большой популярностью пользуется тренд на экологичность. Это связано с тем, что потребителям постепенно приходит осознание того, что наша планета имеет ограниченную площадь, где не может присутствовать изолированная свалка, не влияющая на окружающую среду, экосистему и население. Поэтому переработка и вторичное использование отходов является актуальной

© Лебедева Т. В., Романовская В. С., 2022

и своевременной задачей. В данной работе предлагается более широко использовать отходы эмалевого производства (ОЭП) для декоративного эмалирования ювелирно-художественных изделий (ЮХИ). ОЭП представляют собой остатки различных цветных эмалей, собираемых в ходе проведения технологических операций по подготовке эмалей (дробление, растирание, отмучивание и пр.).

Традиционно в художественном эмалировании ОЭП используют для контрэмалирования обратной стороны тонкого эмалируемого изделия (например, финифтяных вставок). Это связано с тем, что тонкие металлические листы, с одной стороны покрытые эмалью, деформируются из-за различия напряжений, возникающих в эмали и металле. Поэтому их эмалируют с обеих сторон; в этом случае они испытывают одинаковые напряжения растяжения – сжатия с обеих сторон и не деформируются. Для изделий, обратная сторона которых остается невидимой, чаще всего используют контрэмаль из ОЭП. Она содержит тонкие фракции многих видов эмалей и, следовательно, объединяет их свойства. Из-за длительного взаимодействия с водой она становится особенно упругой и износостойчивой [3, 4].

В данной работе исследуется возможность использования ОЭП для декорирования лицевой

стороны ЮХИ и получения разнообразных декоративных эффектов на поверхности эмалевых покрытий (сграффито, скроллинг, эмалирование с использованием трафаретов и др.). Специфический внешний вид эмалевых покрытий, получаемых из ОЭП, варьирование их цветовой гаммы путем разнообразного смешивания с цветной эмалью, использование разнообразных декоративных приемов для их нанесения существенно расширяют возможности дизайна ЮХИ с эмалевыми покрытиями.

1. Материалы, оборудование, инструменты и приспособления. Использовались образцы из листовой меди толщиной 1 мм. Для снятия внутренних напряжений образцы отжигались, а затем отбеливались в 15%-ном растворе лимонной кислоты. На образцы наносились горячие эмали Дулёвского красочного завода (ДКЗ) и обжигались при температуре 850 °С. Сведения об используемых эмалях представлены в табл. 1.

В экспериментах использовалось следующее оборудование, инструменты и приспособления: муфельная печь; газовая горелка; ступки и пестики для растирания эмали; подставки для обжига эмали; пинцет; шпатели и кисти для нанесения эмали; инструменты для процарапывания и перемешивания эмали; трафареты; жарозащитные рукавицы.

Т а б л и ц а 1

Используемые непрозрачные эмали

№ п/п	Цвет	Маркировка производителя	$T_{пл}$, °С
1	Белый	№ 12	790
2	Красный	№ 135	
3	Оранжевый	№ 131	
4	Желтый	№ 34	
5	Зеленый	№ 100	
6	Синий	№ 91	
7	Бирюзовый	№ 85	
8	Отходы эмалевого производства	-	

2. Получение ОЭП различных цветов.

Эмалевые покрытия из ОЭП после обжига имеют, как правило, различные оттенки серого цвета с различными вкраплениями. Цветовую палитру данных эмалей можно увеличить, примешивая к ним определенное количество цветных эмалей.

Сухая смесь ОЭП смешивалась с непрозрачными цветными эмалями ДКЗ в соотношении 1 : 1. Полученные эмалевые шликеры наносились тонким слоем на подготовленные образцы, просушивались и обжигались в муфельной печи. Результаты эксперимента приведены в табл. 2.

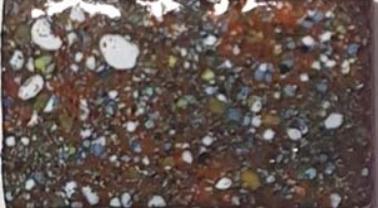
Выводы по эксперименту

1. При обжиге получаемых эмалевых покрытий различные красящие компоненты сплавляются друг с другом не растворяясь, давая оригинальный, завораживающий эффект «в крапинку». Колористические эффекты, получаемые на образцах, не повторяются, так как ОЭП содержат в себе большое разнообразие эмалевых фракций разных цветов и размеров.

2. Количество чистых цветных эмалей в получаемой смеси может быть любым, но рекомендуется 50 % и выше, что гарантирует получение более насыщенного цвета. Иногда превышение количества исходных ОЭП над добавляемым цветом может дать «грязный» оттенок.

Т а б л и ц а 2

Получение ОЭП различных цветов

№ п/п	Состав	Образец после обжига
1	Исходные ОЭП	
2	Зеленая № 100 Исходные ОЭП	
3	Красная № 135 Исходные ОЭП	
4	Оранжевая № 131 Исходные ОЭП	
5	Синяя № 91 Исходные ОЭП	
6	Бирюзовая № 85 Исходные ОЭП	
7	Желтая № 34 Исходные ОЭП	

3. Использование ОЭП для получения декоративных эффектов в технике сграффито. Применительно к эмалированию термин сграффито (граффити) обозначает технику получения изображений путем процарапывания рисунка в напыленном эмалевом слое с последующим обжигом [1, 2, 5].

На подготовленную поверхность образца наносился тонкий слой белой грунтовой эмали, просушивался и обжигался в муфельной печи. После обжига на остывший грунтовый слой наносился слой эмали из ОЭП, по которому процарапывался рисунок согласно авторской задумке. После процарапывания образец просушивался и обжигался в муфельной печи. Результаты эксперимента приведены в табл. 3.

Выводы по эксперименту

1. Использование ОЭП для декорирования ЮХИ в технике сграффито обладает большим потенциалом, благодаря варьированию цветов используемых эмалей, изображаемых мотивов, толщины линии и т. п.

2. Процарапывание может осуществляться как по влажному, так и по сухому эмалевому слою. Для получения более четкого изображения процарапывание рекомендуется выполнять по чуть влажной эмали. Процарапывание по сухому слою дает неравномерную живую линию, так как эмаль в сухом виде больше предрасположена к осыпанию.

3. В зависимости от рабочей поверхности инструмента для процарапывания, его движений, зернистости эмали и способа ее нанесения можно получать линии различной толщины, с ровными или рваными краями, а также линии различной четкости. Все это расширяет возможности декорирования ЮХИ.

4. Рекомендуется применение контрастного грунтового слоя по отношению к кроющему, так как это способствует улучшению визуального восприятия процарапываемого изображения за счет повышения четкости рисунка. Например, светлый грунтовый слой – темный кроющий слой (ОЭП) или темный грунтовый слой (ОЭП) – светлый кроющий слой.

Т а б л и ц а 3

Получение декоративных эффектов в технике сграффито

Используемая эмаль	Получение грунтовой основы	Нанесение кроющего слоя и процарапывание	Образец после обжига
Белая № 12 Исходные ОЭП			
Белая № 12 Исходные ОЭП			
Белая № 12 Исходные ОЭП Зеленая № 100 Оранжевая № 131 Бирюзовая № 85 Красная № 135		 	

4. Использование ОЭП для получения декоративных эффектов в технике насеивания по трафаретам. Насеивание эмали с помощью трафаретов (шаблонов) – быстрый и легкий метод нанесения рисунка на эмалированную поверхность, особенно подходящий для серийного производства. В качестве шаблона можно использовать все, что может создать силуэт [1, 2].

На подготовленную поверхность образца наносился тонкий слой белой грунтовой эмали, просушивался и обжигался в муфельной печи. После обжига на остывший слой грунтовой эмали накладывался бумажный трафарет с отверстием в форме кленового листа, поверх которого наносился тонкий слой эмали из ОЭП. После нанесения трафарет аккуратно снимался с основы, образец просушивался и обжигался в муфельной печи. Результаты эксперимента приведены в табл. 4.

Выводы по эксперименту

1. Сочетание ОЭП с техникой насеивания по трафаретам обладает большим потенциалом для декорирования ЮХИ, благодаря разнообразию трафаретов или шаблонов, их сюжетам, цвету используемых эмалей и т. д.

2. Нанесение эмали с помощью трафарета может осуществляться как в сухом, так и во влажном виде. Перед наложением бумажного трафарета на грунтовую эмаль его рекомендуется слегка увлажнить, что обеспечит наилучшее прилегание трафарета и получение более четко-

го рисунка. При нанесении эмали с помощью трафарета важно следить за тем, чтобы напыленный слой был равномерным, достаточной толщины, без локальных уплотнений.

3. Как и в предыдущем эксперименте, рекомендуется применение контрастного грунтового слоя по отношению к изображению, наносимому с помощью трафаретов. Например, светлый грунтовый слой – темное изображение, наносимое с помощью трафаретов (ОЭП), или темный грунтовый слой (ОЭП) – светлое изображение, наносимое с помощью трафаретов.

5. Использование ОЭП для получения декоративных эффектов в технике скроллинг. Произвольное перемешивание эмалей разных цветов или скроллинг-способ, представляющий собой получение цветных узоров в виде завитков, водоворотов, протяжек и т. п. на эмалевой поверхности [1, 2, 6].

На подготовленную поверхность образца наносился слой эмали из исходных и цветных ОЭП, на который помещались кусочки белой эмали. Далее образец жестко закреплялся на подставке для обжига таким образом, чтобы была возможность произвести нагрев образца пламенем горелки снизу. Затем образец с нанесенной эмалью интенсивно прогревался до полного расплавления всех фракций эмали. После этого поверхность расплава аккуратно перемешивалась специальным удлиненным инструментом для получения произвольных рисунков. Результаты эксперимента представлены в табл. 5.

Таблица 4

Получение декоративных эффектов в технике насеивания по трафаретам

Используемая эмаль	Получение грунтовой основы	Нанесение эмали по трафарету	Образец после обжига
Белая № 12 Исходные ОЭП			

Таблица 5

Получение декоративных эффектов в технике скроллинг

Используемая эмаль	Образец до обжига	Образец после обжига
Исходные ОЭП Бирюзовая № 85 Белая № 12		

Окончание табл. 5

Используемая эмаль	Образец до обжига	Образец после обжига
Исходные ОЭП Белая № 12		
Исходные ОЭП Красная № 135 Белая № 12		

Выводы по эксперименту

1. Внешний вид узора, получаемого с использованием ОЭП, зависит от большого количества факторов: цвет используемых эмалей; количественное соотношение эмалей в пробе и их расположение на подложке; характер движения перемешивающим инструментом.

2. В ходе эксперимента производился нагрев образцов пламенем горелки двумя способами: снизу и сверху (рис. 1). Во время обжига образца сверху эмаль темнеет, теряется контрастность между перемешиваемыми цветами (см. рис. 1б). Возможно это связано с тем, что под прямым пламенем горелки происходит окисление некоторых компонентов эмали.



Рис. 1. Обжиг образцов пламенем горелки:
а – снизу; б – сверху

3. Получаемый декоративный эффект трудно спрогнозировать, так как взаимное проникновение цветных эмалей при перемешивании всегда непредсказуемо и дает новые цветовые оттенки и переходы. Для получения ярких изображений рекомендуется к эмалевым покрытиям из ОЭП добавлять эмали светлых контрастных цветов (белый, желтый, светло-голубой и т. п.).

6. Использование ОЭП для создания разнообразных изображений. С помощью ОЭП различных цветов можно создавать разнообразные рисунки, изображения, воспроизводить картины. Палитру создаваемых изображений можно увеличить путем добавления к ОЭП различных цветных эмалей.

На подготовленную поверхность образца в один прием наносились ОЭП и цветные эмали согласно определенному изображению. Затем образец просушивался и обжигался в муфельной печи. Результаты эксперимента представлены в табл. 7.

Выводы по эксперименту

1. Использование ОЭП для создания разнообразных изображений обладает большим потенциалом. Данным способом можно как воспроизводить определенные иллюстрации, так и создавать всевозможные произвольные изображения, как абстрактные, так и смысловые по содержанию (например, пейзажи).

2. Способ позволяет создать изображение в один этап, без грунтового слоя, без промежуточных просушек и обжигов. Это значительно сокращает и упрощает технологический цикл создания живописного изображения, уменьшает вероятность появления различных дефектов на эмалевой поверхности.

3. Различный размер цветных эмалевых фракций в ОЭП при обжиге дает результат, подобный акварельным мазкам, что дополнительно придает создаваемым украшениям оригинальности.

Т а б л и ц а 7

Использование ОЭП для создания изображений

Используемая эмаль	Воспроизводимое изображение	Образец до обжига	Образец после обжига
Исходные ОЭП Белая № 12 Зелёная № 100 Синяя № 91 Жёлтая № 34			
Исходные ОЭП Зелёная № 100 Синяя № 91 Жёлтая № 34 Бирюзовая № 85 Красная № 135			

Общие выводы по экспериментам

1. Отходы эмалевого производства – перспективный материал, обладающий широчайшим потенциалом для декорирования разнообразных ЮХИ: ювелирных украшений (рис. 2), сувенирной продукции, настенных панно, изделий посудной группы и т. д.



Рис. 2. Ювелирная брошь с использованием покрытия из ОЭП

2. Декоративные возможности ОЭП безграничны и требуют дальнейшего исследования. ОЭП можно использовать для различных техник нанесения эмалевых покрытий, смешивать или сочетать с различными цветными прозрачными и непрозрачными эмалями. Многочисленные декоративные приемы нанесения ОЭП можно сочетать между собой, увеличивая воз-

можности получения разнообразных декоративных эффектов. Благодаря эстетическим особенностям ОЭП их можно использовать для создания оригинальных изображений, с их помощью можно оттенять, придавать контраст и пр. Все это дает простор для фантазии и творчества при создании широкого спектра ЮХИ.

3. ОЭП обладают значительным рядом преимуществ:

- разнообразие получаемых оттенков;
- сокращение времени подготовки эмалей, так как не требуется дробление, растирание и промывка эмалей;
- возможности использования водопроводной воды для подготовки эмалевого шликера, нет необходимости в использовании дистиллированной воды;
- благодаря специфическому внешнему виду эмалевых покрытий из ОЭП на них не заметны дефекты, характерные для горячих эмалей (поры, инородные включения и т. п.);
- возможность получения разнообразных оригинальных декоративных эффектов;
- практически безотходное производство, что является актуальным трендом в современном производстве.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лебедева Т. В., Галанин С. И. Декоративные способы горячего эмалирования // Дизайн и технологии. 2019. № 69(111). С. 6–16.
2. Лебедева Т. В., Галанин С. И. Декоративные эффекты при горячем эмалировании : монография. Кострома : Изд-во Костром. гос. ун-та, 2016. 99 с.
3. Лебедева Т. В., Проничев И. Л. Технология художественного эмалирования : учебное пособие. Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2010. 64 с.

4. Галанин С. И., Лебедева Т. В. Защитно-декоративные покрытия в ювелирном производстве : учебное пособие. Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2014. 138 с.
5. Лебедева Т. В., Преженцова О. П. Получение декоративных эффектов на эмалевой поверхности методом сграффито // Дизайн. Теория и практика. 2014. Вып. 17. С. 76–88.
6. Лебедева Т. В., Смирнов М. Ю., Арчаков Д. А. Получение декоративных эффектов на эмалевой поверхности методом произвольного перемешивания эмалей разных цветов // Дизайн. Теория и практика. 2012. Вып. 10. С. 161–169.

REFERENCES

1. Lebedeva T. V., Galanin S. I. Decorative methods of hot enameling. *Dizayn i tekhnologii* [Design and technologies]. 2019;69(111):6–16. (In Russ.)
2. Lebedeva T. V., Galanin S. I. Decorative effects in hot enameling. Kostroma, Kostroma St. Univ. Publ. 2016. 99 p. (In Russ.)
3. Lebedeva T. V., Pronichev I. L. Technology of artistic enameling. Kostroma, Kostroma St. Technol. Univ. Publ. 2010. 64 p. (In Russ.)
4. Galanin S. I., Lebedeva T. V. Protective and decorative coverings in jewelry production. Kostroma, Kostroma St. Technol. Univ. Publ. 2014. 138 p. (In Russ.)
5. Lebedeva T. V., Prezhentsova O. P. Obtaining decorative effects on an enamel surface by the sgraffito method. *Dizayn. Teoriya i praktika* [Design. Theory and practice]. 2014;17:76–88. (In Russ.)
6. Lebedeva T. V., Smirnov M. Yu., Archakov D. A. Obtaining decorative effects on an enamel surface by the method of arbitrary mixing of enamels of different colors. *Dizayn. Teoriya i praktika* [Design. Theory and practice]. 2012;10:161–169. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 16.09.2022
Принята к публикации 7.10.2022

Научная статья
УДК 687.152
EDN XXCSRW
doi 10.34216/2587-6147-2022-3-57-56-60

Ольга Игоревна Денисова¹

Евгений Яковлевич Сурженко²

^{1,2} Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,
г. Санкт-Петербург, Россия

¹ ipolgadenisova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6860-2292>

² esurzh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7458-9642>

АНАЛИЗ ЭВОЛЮЦИИ ДЕЛОВОЙ КОРПОРАТИВНОЙ МОДЫ

Аннотация. На основе современных концептов теории моды проведен анализ эволюционных изменений корпоративного делового дресс-кода периода 1906–2020 гг. с позиций влияния политических и внешнеэкономических факторов. Выявлены амбивалентные реакции со стороны участников дресс-кода на смену корпоративного стиля на каждом этапе эволюции. Установлено, что ужесточение корпоративного дресс-кода характерно для стадий макроэкономического подъема и обусловлено усилением интенсивности конкурентной борьбы, что подтверждает рассмотрение примеров эволюции дресс-кода компаний – «голубых фишек». Переосмысление политики дресс-кода вплоть до отказа от формализованных требований циклично и происходит в периоды, когда внешний вид сотрудников перестает быть эффективным приемом повышения конкурентоспособности, в том числе вследствие роста «негласных» нарушений со стороны сотрудников.

Ключевые слова: униформа, дресс-код, теория моды, амбивалентность, дизайн костюма, деловой костюм, политика корпоративного дресс-кода

Для цитирования: Денисова О. И., Сурженко Е. Я. Анализ эволюции деловой корпоративной моды // Технологии и качество. 2022. № 3(57). С. 56–61. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-56-60>.

Original article

Olga I. Denisova¹

Evgeny Ya. Surzhenko²

^{1,2} Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, Saint Petersburg, Russia

CULTURAL ANALYSIS OF THE EVOLUTION OF BUSINESS CORPORATE FASHION

Abstract. Based on modern concepts of fashion theory, the analysis of evolutionary changes in the corporate business dress code of the period 1906-2020 from the standpoint of the influence of political and foreign economic factors is carried out. Ambivalent reactions from the participants of the dress code to the change of corporate style at each stage of evolution are revealed. It is established that the tightening of the corporate dress code is characteristic of the stages of macroeconomic recovery and is due to the increased intensity of competition, which confirms the consideration of examples of the evolution of the dress code of blue-chip companies. The rethinking of the dress code policy, up to the rejection of formalised requirements, is cyclical and occurs during periods when the appearance of employees ceases to be an effective method of increasing competitiveness, including due to the growth of "unspoken" violations – manifestations of ambivalence on the part of employees.

Keywords: uniform, dress code, fashion theory, ambivalence, costume design, business attire, corporate dress code policy

For citation: Denisova O. I., Surzhenko E. Ya. Cultural analysis of the evolution of business corporate fashion. Technologies & Quality. 2022. No 3(57). P. 56–61. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-3-57-56-60>.

Посредством образно-символических особенностей корпоративной одежды устанавливаются коммуникативные связи в социальной

среде, облегчающие процессы идентификации и способствующие развитию конкурентоспособных маркетинговых стратегий организации, поэтому современную корпоративную униформу можно рассматривать как актуальный объект

© Денисова О. И., Сурженко Е. Я., 2022

проектирования. Однако, анализируя полемику по вопросу дресс-кода, можно отметить недовольство участников и инициаторов его введения как готовыми предложениями рынка современной униформы / одежды делового стиля, так и реализацией адресных проектов по ее созданию и редизайну [1]. Сотрудники организаций, где введена униформа, сталкиваются с проблемами эргономического несоответствия и/или эстетического несовершенства моделей, неприемлемого с позиций национальных, религиозных, гендерных взглядов. Помимо этих факторов, корпоративная форма может иметь «неподъемную» для бюджета потребителя цену или не удовлетворять так называемым скрытым потребностям (гордость от обладания, ощущение собственной значимости и др.). Любая из вышеперечисленных причин или их совокупность ведут к появлению явных или замаскированных неоднозначно трактуемых изменений во внешнем виде участников дресс-кода, что в конечном итоге дестабилизирует политику компании в части требований к внешнему виду сотрудников. Превентивной мерой по стабильности политики дресс-кода на протяжении заданного периода времени может служить анализ потенциальных возможностей реализации амбивалентных проявлений с учетом факторов социокультурной среды, создающей благоприятные условия для их появления. Эту задачу возможно решить путем проведения аналогий с ретроспективным опытом введения требований к единообразию внешнего вида сотрудников в России и за рубежом.

Несмотря на вариативные композиционные и стилевые различия моделей униформы, константой в отражении профессионализма является традиционно сложившееся, консервативное представление о внешнем виде сотрудника, определяемое сферой его деятельности. Это позволяет говорить о наличии универсальных атрибутов – «штампов» для идентификации в корпоративной моде, отказ от которых символизирует начало ее нового цикла (периода эволюции). Например, в мужской деловой моде 1919–1929 гг. «типичным» является формальный деловой костюм-«тройка» из одного вида относительно тонкого основного материала с неярким колоритом и фактурой [2]. На протяжении 1920-х гг. деловой костюм эволюционирует по ряду причин, например:

- проникновение «удобств» военного стиля в корпоративную моду: например, жесткие съемные воротники еще присутствуют, но мягкие прикрепленные набирают популярность;
- отказ от эстетических норм прошлой эпохи вследствие появления инноваций: например,

в моде XIX века жилет являлся обязательным предметом делового гардероба, так как прикрывал крепление подтяжек и застежку брюк, а в его карманах хранились часы на цепочке. В 1920-х гг. продажи наручных часов превзошли продажи карманных, а новые, более тонкие и пластичные материалы и изменения в крое брюк привели к замене подтяжек поясами для похудения и ремнями военного образца [1]. Это открыло возможность отказаться от жилета как обязательной части костюма.

Однако известны многочисленные примеры отступления от «типичного» делового образа с целью самовыражения, что позволяет охарактеризовать изменения в образе как скрытое нарушение деловой этики, проявление «двойственного смысла» – амбивалентности (рис.) [3, 4]:

- пиджаки с расширенным плечевым поясом в подражание европейскому лидеру моды – принцу Уэльскому;
- двубортные пиджаки с широкими брюками в «гангстерском стиле»;
- мешковатые брюки и двухцветная обувь «эпохи джаза»;
- трикотажные галстуки и широкие со складкой клетчатые брюки как отражение спортсмена;
- узкие брюки-дудочки в комплекте с полосатым зауженным пиджаком как «писк моды» эпохи НЭПа;
- усы в форме тонкой полоски в подражание звездам кино.

В рамках исследования были систематизированы сведения об эволюционных изменениях в корпоративной моде периода 1900-х гг. по настоящее время и выявлены причины инноваций, а также приемы выражения амбивалентных реакций со стороны участников деловой моды (табл.). В работе применен метод анализа эволюции формо- и структурообразования костюма с использованием интегрированных концептов теории символического взаимодействия и теории процесса трансформации моды, ранее апробированный при изучении исторического развития дресс-кода учащихся [3].

Исходя из данных, структурированных в таблице, очевидно, что принятие политики корпоративного дресс-кода, оцениваемое по отсутствию амбивалентных проявлений, характерно для двух периодов:

- в ситуации дестабилизации экономики страны, когда растет социальная уязвимость сотрудников (особенно при наличии долговых обязательств) и высок риск потери рабочего места. При этом отсутствует возможность демонстрации открытого неприятия корпо-

ративного стиля одежды, поскольку ограничен выбор средств для проявления амбивалентности: либо они отсутствуют на рынке, либо финансово недоступны;

– в период ослабления жесткости требований дресс-кода, когда пропадает необходимость протеста в связи с доступностью легитимных способов самовыражения.

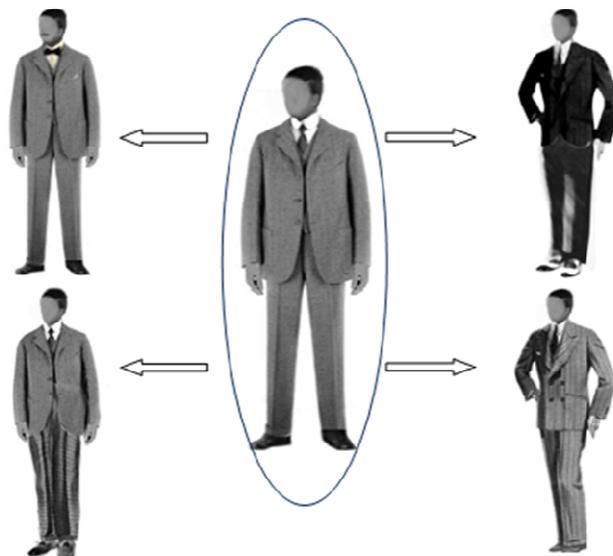


Рис. «Типичный» мужской деловой образ 1920-х гг. и примеры проявления амбивалентности

Т а б л и ц а

Эволюция деловой корпоративной одежды XX – начала XXI века

Время существования	Причины переходного периода	Появление новых смыслов в корпоративной одежде	Внешние проявления новых смыслов в корпоративной одежде
1906–1913 гг.	Утверждение и развитие корпоративной идеологии в рамках маркетинговой стратегии компаний	Унификация и профессиональная сегрегация. Стирание тонких (преимущественно европейских) классовых различий. Вследствие гендерной дискриминации в деловой сфере доминируют мужчины	Формальный «типичный», консервативный вид: деловые костюмы в ограниченной (преимущественно ахроматической) цветовой гамме. Невыразительные по фактуре и колористическому оформлению материалы стирают тонкие классовые различия в дизайне моделей
Проявления амбивалентности: практически отсутствуют из-за формализма, ограниченности ассортимента и отсутствия сегментации рынка швейных изделий по доходам потребителей			
1914–1918 гг.	Международная напряженность в связи с событиями Первой мировой войны	Ужесточение дисциплины и контроля; утилитарность и практичность; снижение гендерной дискриминации; расцвет «женского дизайна»	Стирание классовых и гендерных границ, элементы стиля милитари: плотное прилегание, фиксация на талии, ремни; практичное цветовое решение; элементы мужской одежды в женском гардеробе
Проявления амбивалентности: практически отсутствуют			
1918–1929 гг.	Экономический и политический оптимизм, восстановление социальной инфраструктуры, вовлечение женщин в общественную жизнь	Режим экономии в кризисной политической ситуации при общей тенденции возврата к мирной гражданской жизни	Переход к «гражданскому» стилю: смягчение силуэтных линий, костюмы консервативного темного цвета (или меловые полосы), но при сохранении удобства ряда элементов военной формы (например, менее жесткие формы воротников). Относительная доступность модных новинок из-за введения покупок по каталогам
Проявления амбивалентности: материалоемкий покрой костюма как символ демонстрации финансового благополучия: двубортный покрой, юбки в складку; отражение неформальных пристрастий «эпохи джаза»: двухцветная обувь, широкие брюки с отворотами и пр.; демонстрация эмансипации – элементы стиля унисекс (гарсон) в женской деловой одежде			
1930-е гг.	Мировой экономический кризис, безработица	Режим экономии, практичность и удобство, демонстрация высокого профессионализма и ответственности	Консервативность внешнего вида, рациональность кроя, немаркая цветовая гамма: удлинение силуэта и минимализм декора в женской деловой одежде
Проявления амбивалентности: практически отсутствуют из-за высокого риска безработицы			

Продолжение табл.

Время существования	Причины переходного периода	Появление новых смыслов в корпоративной одежде	Внешние проявления новых смыслов в корпоративной одежде
1940-е гг.	Международная напряжённость в связи с событиями Второй мировой войны (1939–1945)	Ограничения военного времени в дизайне одежды; интеграция элементов национальной моды стран – участников военных действий	Мрачная цветовая гамма, узкие и укороченные силуэты; заимствования из военной и спортивной униформы
Проявления амбивалентности: ограничено. Встречается демонстрация финансового благополучия через материалоемкий покрой и комплектность делового ансамбля (например, костюм-«тройка» с жилетом, наличие сменных брюк/обуви)			
1950-е гг.	Изменение идеологии во время демократических реформ	Отказ от ограничений военного времени	Отказ от провоенного стиля и жестко регламентированного дресс-кода, крой и декор с учетом модных тенденций Женский образ «смягчен» благодаря популяризации костюмов из джерси [4] в стиле К. Шанель
Проявления амбивалентности: отражение влияние неформальных и элитарных стилей в крое деловой одежды, аксессуарах, обуви и прическах (например, бархатный/контрастный лацкан/воротник пиджака; кок и расклепанные брюки (рок-н-ролл), зауженные брюки, «тонкий» галстук, платок в нагрудном кармане жилета (влияние итальянских дизайнеров))			
1960-е гг.	Период политики «разрядки» международной напряженности	Запуск индустрии массового производства готовых костюмов. Формализация офисного дресс-кода	Серый костюм становится униформой офисных служащих. Ужесточение дресс-кода: запрет на укороченные юбки, цветные рубашки
Проявления амбивалентности: максимально укороченные мини-юбки или женские брючные костюмы как проявление феминизма; отражение влияния неформальных и элитарных стилей в крое деловой одежды, аксессуарах, обуви и прическах (например, рубашки с воротником на пуговицах, узкий галстук, оксфордские туфли). Подражание деловому стилю чехы Кеннеди			
1970-е гг.	Стабилизация политической ситуации, экономический рост	Популяризация дресс-кода как стратегии успеха корпорации; взаимопроникновение и интеграция тенденций мировой деловой моды	Единообразие («стандартизация») и консерватизм униформы в рамках ужесточения корпоративного дресс-кода
Проявления амбивалентности: демонстрация индивидуальности путем копирования тенденций мировой деловой моды: однобортные пиджаки и жакеты со стойкой в стиле Неру, цветные рубашки с узорами и удлиненными концами воротника из новых (синтетических) тканей, цветные галстуки увеличенного размера, объемные узлы на галстуках			
1980-е гг.	Развитие общества потребления, укрепление и стабилизация политической власти	Усиление элитарных тенденций мировой моды путем создания фирменного делового стиля. В рамках креативных маркетинговых стратегий начинаются процессы демократизации дресс-кода – единичные корпорации вводят «неформальные пятницы» (casual Friday). Тенденция феминизма в деловой сфере	Выделение делового гардероба в отдельный вид. Сегментация корпоративной одежды по статусу в рамках политики «гибкого» дресс-кода. Образ женщины идентичен мужскому деловому образу. Свобода самовыражения во время «неформальных пятниц» – джинсовая одежда, брюки-чиносы, демократичные бренды
Проявления амбивалентности: демонстрация престижа и статусности посредством удорожания внешнего вида: эксклюзивные модели деловой одежды с тонкими отличительными особенностями дизайна и аксессуары престижных брендов (например, Д. Армани, Д. Каран и др.)			
1990-е гг.	Глобализация общества, развитие информационных технологий, технократия	Политика деловой непринужденности. Популяризация новых креативных маркетинговых стратегий	Отказ от традиционного делового дресс-кода, допустимость элементов повседневной одежды или выделение фиксированного периода, когда допустимо присутствие в повседневной одежде
Проявления амбивалентности: «игра» со знаковой и символизмом аксессуаров, цветового решения; элементы стиля неформальных групп (например, бритые головы, красные пиджаки и массивные золотые цепи в РФ)			
2000-е гг.	Экономические изменения, обусловленные как внутренней, так и внешней политикой государств (развитие экономики стран БРИКС; популяризация системы кредитования и банковских программ лояльности). Миграционные процессы на фоне экономической стагнации	Усиление конкурентной борьбы в сферах профессиональных услуг, корпоративная одежда как элемент маркетинговой стратегии в привлечении потребителей и нивелировании социальных ролей внутри компании. Быстрые возможности распространения модных трендов вследствие развития информационных коммуникаций. Сокращается длительность модного цикла	«Концептуальный» дизайн корпоративной униформы либо актуализация политики жесткого дресс-кода, возврат к деловому стилю, консервативности, включая ограниченность цветовой гаммы. Большая лояльность к жесткому дресс-коду в среде компаний со стороны сотрудников (в том числе в связи с увеличением числа сотрудников, имеющих кредитные обязательства)

Окончание табл.

Время существования	Причины переходного периода	Появление новых смыслов в корпоративной одежде	Внешние проявления новых смыслов в корпоративной одежде
Проявления амбивалентности: путем качества изделий и материалов, мелких деталей дизайна и дополнений к костюму. При этом яркие проявления амбивалентности, характерные для 1990-х стали более скрытыми благодаря широкому ассортиментному ряду с учетом сегментации потребителей (например, эклектика с применением «штампов» корпоративной моды с «историей» позволяет продемонстрировать элитарность для посвященных в историю деловой моды)			
2010 г. – наст. время	Информационная открытость общества вследствие развития IT-технологий, блогосферы. Популяризация «удаленных» форм работы	Реализация «моды технологических стандартов» в рамках конкурентной борьбы. Создание комфортных условий работы и привлечение компетентных кадров, в том числе из IT-сферы	Ослабление требований дресс-кода и/или введение одного дня в неделю с разрешением присутствия в неформальном виде и/или отказ от дресс-кода
Проявления амбивалентности: связаны с недостаточно гибкой политикой дресс-кода ряда компании в отношении самовыражения сотрудниками компаний личностных представлений в отношении гендера, вероисповедания, национальной самобытности и т. п.			

Ужесточение корпоративного дресс-кода вплоть до единообразия (введения униформы) происходит в ситуациях экономического подъема на макроуровне, что обусловлено усилением интенсивности конкурентной борьбы в профессиональной среде и является маркетинговым приемом для привлечения потребителей услуг/товаров компании. Затем происходит период отказа от подобной стратегии, поскольку внешний вид сотрудников перестает быть маркетинговой инновацией. С точки зрения теории моды, задействуется механизм визуального привыкания: многократное воздействие приводит к тому, что воспринимаемый образ теряет ценность современности, корпоративная униформа не при-

носит компании дополнительных «бонусов», перестает быть средством корпоративного единства и нивелирования социальных ролей вследствие роста негласных нарушений. В этой ситуации происходит переосмысление корпоративного дресс-кода: либо его ребрендинг, либо отказ от формализованных требований.

ВЫВОД

На основе генезиса деловой корпоративной моды с 1906 г. по настоящее время установлены причинно-следственные связи роста и снижения проявлений амбивалентности в различные периоды реализации требований к внешнему виду сотрудников.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Денисова О. И., Денисов А. Р. Применение байесовских сетей в оценке проектов корпоративной униформы // Технологии и качество. 2021. № 4(54). С. 60–66.
2. Елизаров А. А. Эволюция классического мужского костюма в XX – начале XXI в. : монография. СПб. : СПбГУПТД, 2015. 224 с.
3. Денисова О. И., Сурженко Е. Я. Формирование концептуального подхода к исследованию исторической эволюции костюма // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. 2018. Т. 41, № 3. С. 73–78.
4. Бондаренко М. В., Ковалева О. В. Генезис и исторические изменения форм костюма из трикотажа // Технологии и качество. 2021. № 3(53). С. 59–64.

REFERENCES

1. Denisova O. I., Denisov A. R. Application of Bayesian networks in the evaluation of projects of corporate uniform. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2021;4(54):60–66. (In Russ.)
2. Elizarov A. A. The evolution of the classic men's suit in the XX – early XXI century*: monograph. St. Petersburg, SPb. St. Univ. of Industrial Technologies and Design Publ., 2015. 224 p. (In Russ.)
3. Denisova O. I., Surzhenko E. Ya. Formation of the conceptual approach to the historical evolution study of the costume. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti*. [The News of higher educational institutions. Technology of Light Industry]. 2018;3:73–78. (In Russ.)
4. Bondarenko M. V., Kovaleva O. V. Genesis and historical changes in the form of a knitwear. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2021;3(53):59–64. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 6.09.2022
Принята к публикации 7.10.2022

*Перевод названия источника выполнен авторами статьи / Translated by author's of the article.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

Направляемый в редакцию материал должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других изданиях.

Материалы следует представлять в редакцию по электронной почте: e-mail: tik@ksu.edu.ru (для Смирновой Светланы Геннадьевны).

Убедительная просьба соблюдать нижеприведенные требования и порядок построения статьи, от этого зависит срок ее опубликования!

1. Электронный вариант статьи выполняется в текстовом редакторе Microsoft Word (*.doc, *.docx, *.rtf). В качестве имени файла указывается фамилия, имя и отчество автора русскими буквами (например: Иванов Иван Иванович.doc). Также необходимо приложить файл статьи в формате *.pdf.
2. Все статьи проходят проверку на обнаружение текстовых заимствований в системе «Антиплагиат». Редакция принимает статьи, оригинальность которых составляет не менее 80 %. При проверке используется сайт: <http://www.antiplagiat.ru>.
3. Компьютерный набор статьи должен удовлетворять следующим требованиям: формат – А4; поля – по 2,5 см со всех сторон; гарнитура (шрифт) – Times New Roman; кегль – 14; межстрочный интервал – 1,5; абзацный отступ – 1,25 см.
4. Максимальный объем текста статьи с аннотацией, ключевыми словами, библиографическим списком и переводами – не более 14 страниц машинописного текста.
5. Аннотация к статье должна быть объемом 70–120 слов. Количество ключевых слов – от 7 до 10.
6. ФИО автора, название учебного заведения, организации (место учебы, работы), название статьи, аннотация и ключевые слова должны быть переведены на английский язык.
7. Информация о финансировании (ссылки на гранты и пр.) указывается в круглых скобках сразу после названия статьи на русском языке.
8. Список источников оформляется по ГОСТ Р 7.05–2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления» и формируется в порядке упоминания. Ссылки в тексте статьи оформляются квадратными скобками с указанием номера издания по списку источников [5]. Если в тексте дается прямое цитирование, то в отсылке после номера источника указывают номер страницы, на которой содержится цитируемый фрагмент. Например: [1, с. 256], [2, т. 5, с. 25–26].
9. Единицы измерения приводятся в соответствии с Международной системой единиц (СИ).
10. Рисунки, схемы, диаграммы должны быть размещены в тексте статьи в соответствии с логикой изложения. В тексте статьи должна даваться ссылка на конкретный рисунок, например (рис. 2). Схемы выполняются с использованием штриховой заливки или в оттенках серого цвета; все элементы схемы (текстовые блоки, стрелки, линии) должны быть сгруппированы. Каждый рисунок должен иметь порядковый номер, название и объяснение значений всех кривых, цифр, букв и прочих условных обозначений. Электронную версию рисунка следует сохранять в форматах jpg, tif (Grayscale – оттенки серого, разрешение – не менее 300 dpi).
11. Таблицы. Каждую таблицу следует снабжать порядковым номером и заголовком. Таблицы должны быть предоставлены в текстовом редакторе Microsoft Word, располагаться в тексте статьи в соответствии с логикой изложения. В тексте статьи должна даваться ссылка на конкретную таблицу, например (табл. 2). Структура таблицы должна быть ясной и четкой, каждое значение должно находиться в отдельной строке (ячейке таблицы). Все графы в таблицах должны быть озаглавлены. Одновременное использование таблиц и графиков (рисунков) для изложения одних и тех же результатов не допускается. В таблицах возможно использование меньшего кегля, но не менее 10.
12. Формулы выполняются только в редакторе MS Equation 3.0.
13. Десятичные дроби имеют в виде разделительного знака запятую (0,78), а при перечислении десятичных дробей каждая из них отделяется от другой точкой с запятой (0,12; 0,087).

Построение статьи

Порядок размещения материала должен соответствовать представленному ниже списку.

1. Тип статьи (научная статья, обзорная статья, дискуссионная статья, краткое сообщение).
2. Индекс УДК.
3. DOI (окончательно ставится в редакции).
4. Имя, отчество, фамилия автора (полностью).
5. Полное название организации, город, страна (в именительном падеже) – место работы или учебы автора.
6. Адрес электронной почты каждого автора (без слов e-mail).
7. Открытый идентификатор каждого автора (ORCID).
8. Почтовый адрес с индексом (для последующей отправки журнала) и контактный телефон.
9. Название статьи (сокращения в названии недопустимы).
10. Ссылка на грант или источник финансирования – если есть.
11. Аннотация (70–120 слов).
12. Ключевые слова (7–10 слов или словосочетаний, несущих в тексте основную смысловую нагрузку).
13. Тип статьи, ФИО автора, название учебного заведения, организации (место учебы, работы), название статьи, аннотация и ключевые слова на английском языке.
14. Текст статьи.
15. Список источников (формируется в порядке упоминания, нумеруется).
16. References.

Правила составления аннотации к научной статье

Аннотация к научной статье представляет собой краткую характеристику текста с точки зрения его назначения, содержания, вида, формы и других особенностей. Она передает главную, ключевую, идею текста до ознакомления с его полным содержанием. Научная аннотация условно делится на три части:

I. Презентация вопроса или проблемы, которым посвящена статья.

II. Описание хода исследования.

III. Выводы: итоги, которых удалось достичь в результате проведенного исследования.

В аннотации не допускается привлечение дополнительной информации (биографические данные, историческая справка, отступления, рассуждения и т. д.). В тексте аннотации не должны использоваться очень сложные предложения, изложение строится в научном стиле.

Фразы, рекомендуемые для написания аннотации к научной статье:

- В данной статье рассматривается проблема...
- Обосновывается идея о том, что...
- В статье затрагивается тема...
- Дается сравнение...
- Статья посвящена комплексному исследованию...
- В статье раскрываются проблемы...
- Особое внимание в статье уделено...
- В статье анализируется...
- Автор приходит к выводу, что...
- Основное внимание в работе автор акцентирует на...
- Выделяются и описываются характерные особенности...
- Статья посвящена актуальной проблеме...
- В статье обобщен новый материал по исследуемой теме, в научный оборот вводятся...
- Предложенный подход будет интересен специалистам в области...
- В статье речь идет о...
- Статья посвящена детальному анализу...
- Статья раскрывает содержание понятия...
- Обобщается практический опыт...
- В статье исследуются характерные признаки...
- Автор дает обобщенную характеристику...

- В статье проанализированы концепции...
- В статье приведен анализ взглядов исследователей...
- В данной статье предпринята попытка раскрыть основные причины...
- Автор стремится проследить процесс...
- В статье дан анализ научных изысканий...

Пример оформления статьи

Научная статья

УДК 689

doi 10.34216/2587-6147-2021-1-51-33-39

Сергей Ильич Галанин

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

sgalanin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5425-348X>

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ КАМНЕЙ И ОРГАНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ДЛЯ ЮВЕЛИРНО-ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

***Аннотация.** В статье рассмотрены особенности использования камней и органогенных образований, подвергнутых обработке различной степени, в разнообразных ювелирно-художественных изделиях. Показано, что в зависимости от вида минерального сырья или органогенного образования (жемчуг, раковины) используются различная глубина и методы его обработки. Проведена первичная систематизация сырья по степени его обработки. На примерах барочного жемчуга, друз, гемм, огранённых самоцветов и резных камней показано, что свойства и размеры самоцветов определяют композиционные решения по применению их в украшениях. Показано, что вставки, обладающие уникальными свойствами, всегда занимают место в центре композиции украшения, а различная глубина их обработки позволяет выявить и подчеркнуть их уникальность. Приведены примеры исторических и современных ювелирных изделий с различными уникальными вставками.*

***Ключевые слова:** ювелирно-художественные изделия, обработка камней и органогенных образований, степень и глубина обработки, композиционные решения ювелирных изделий, ювелирные вставки, свойства ювелирных вставок, огранка*

Original article

Sergey I. Galanin

Kostroma State University, Kostroma, Russia

FEATURES OF PROCESSING OF STONES AND ORGANOGENIC FORMATIONS FOR JEWELRY AND ART PRODUCTS

***Abstract.** The article deals with the features of the use of stones and organogenic formations subjected to various degrees of processing in various jewelry and art products. Using examples of baroque pearls, druzas, gems, cut gems and carved stones, it is shown that the properties and sizes of gems determine compositional solutions for their use in jewelry. It is shown in various jeweller-artistic wares, that depending on the type of mineral raw material or organogenic formations (pearls, shells) a different depth and methods of his treatment are used. Primary systematization of raw material is conducted on the degree of his treatment. It is shown that inserts with unique properties always occupy a place in the center of the decoration composition, and the different depth of their processing allows you to identify and emphasize their uniqueness. Examples of historical and modern jewelries are made with different unique insertions.*

***Keywords:** fine art jewellery, processing of gems and organogenic formations, degree and depth of processing, composite solutions of jewellery, jewellery inserts, properties of jewellery inserts, cut*

Текст статьи...

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

REFERENCES

© Галанин С. И., 2021

Примеры оформления библиографических ссылок на источники цитирования

Моноиздания

Если авторов не более трех, то указывают всех.

Фамилия автора, инициалы. Название издания / информация о переводе и редакторе, если они есть. – Место издания : Издательство (издающая организация), год выхода издания в свет. – Количество страниц.

Если у издания четыре автора, то все их инициалы и фамилии приводят после косой черты. Если авторов пять и более, то указывают фамилии первых трех с добавлением «и др.»

Например:

Дементьева А. Г., Соколова М. И. Управление персоналом : учебник. М. : Магистр, 2008. 287 с.

Природопользование и среда обитания. Системный подход : монография / С. И. Кожурин [и др.] ; под общ. ред. Р. М. Мифтахова. Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2005. 102 с.

Многотомное издание

Фамилия автора, инициалы. Название издания : в кол-ве т. / информация о переводе и редакторе, если есть. – Место издания : Издательство (издающая организация), год выхода издания в свет.

Например:

Гоголь Н. В. Полн. собр. соч. : в 14 т. М. : Изд-во АН СССР, 1937–1952.

Если в библиографическом списке вы указываете многотомное издание, в тексте статьи в квадратных скобках необходимо приводить не только порядковый номер источника в списке и страницы, но и том: [4, т. 9, с. 324].

Один том из многотомного издания

Фамилия автора, инициалы. Название издания : в кол-ве т. / информация о переводе и редакторе, если они есть. – Место издания: Издательство (издающая организация), год выхода издания в свет. – Том (Часть). – Количество страниц.

Например:

Блонский П. П. Избранные психологические и педагогические произведения : в 2 т. М. : Педагогика, 1979. Т. 2. 399 с.

Сборники

Название сборника : вид издания / сведения о составителях; редакторах и т. п. – Место издания : Издательство, год выхода в свет. – Количество страниц.

Например:

Методологические проблемы современной науки / сост. А. Т. Москаленко ; ред. А. И. Иванов. М. : Политиздат, 1979. 295 с.

Статьи из сборников

Фамилия и инициалы автора. Название статьи // Название сборника статей : вид издания / сведения об ответственности, включающие наименование организации ; сведения о составителях и т. п. – Место издания, год издания. – Страницы начала и конца статьи.

Например:

Киселев М. В., Зайков К. В. Моделирование однослойных тканых структур технического назначения // Инновационное развитие легкой промышленности : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. молодых специалистов и ученых, 16–18 ноября 2016 г. / М-во образования и науки РФ, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. Казань : Изд-во КНИТУ, 2017. С. 51–54.

Статьи из журналов

Если авторов не более трех, то указывают всех.

Фамилия и инициалы автора. Название статьи // Название журнала. – Год издания. – Номер тома (если есть). – Номер выпуска. – Страницы начала и конца статьи.

Если у издания четыре автора, то все их инициалы и фамилии приводят после косой черты. Если авторов пять и более, то указывают фамилии первых трех с добавлением «и др.»

Например:

Безъязычный В. Ф., Михайлов С. В. Кинематический анализ формирования сливной стружки // Вестник машиностроения. 2003. № 11. С. 48–50.

Исследование химического состава волокон льна различных селекционных сортов / А. Н. Иванов, Н. Н. Чернова, А. А. Гурусова, Т. В. Ремизова // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 1986. № 1. С. 19–21.

Статьи из газет

Фамилия и инициалы автора. Название статьи // Название газеты. – Год издания. – Номер или дата выпуска.

Например:

Райцын Н. С. В окопах торговых войн // Деловой мир. 1993. 7 окт.

Справочные издания, энциклопедии, словари

Название : вид издания / сведения о составителях; редакторах и т. п. – Номер переиздания (если есть). – Место издания : Издательство, год издания. – Количество страниц.

Например:

Прядение льна и химических волокон : справочник / под ред. Л. Б. Карякина и Л. Н. Гинзбурга. М. : Легпромбытиздат, 1991. 544 с.

Статьи из энциклопедий, словарей

Фамилия и инициалы автора. Название главы, статьи (или другой составной части издания) // Название издания / сведения о составителях и т. п. – Место издания : Издательство, год издания. – Том (если есть). – Страницы начала и конца главы, статьи.

Например:

Дойников А. С. Цветовая температура // Физическая энциклопедия : в 5 т. / гл. ред. А. М. Прохоров. М. : Большая российская энциклопедия, 1999. Т. 5. Стробоскопические приборы – Яркость. С. 691–692.

Диссертации

Фамилия и инициалы автора. Название диссертации : дис. ... канд. (д-ра) отрасли науки. – Место издания, год издания. – Количество страниц.

Например:

Киселева М. В. Моделирование гибкости и прочности льняного волокна для прогнозирования его прядильной способности : дис. ... канд. техн. наук. Кострома, 2002. 267 с.

Авторефераты диссертаций

Фамилия и инициалы автора. Название автореферата диссертации : автореф. дис. ... канд. (д-ра) отрасли науки. – Место издания, год издания. – Количество страниц.

Например:

Сюй Цзэпин. Воздействие интенсивного излучения мягкого рентгеновского диапазона на полимер : автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. М., 2002. 16 с.

Патентные документы

Патент (заявка, авторское свидетельство), № документа, страна. Название патента : № заявки : сведения о дате заявки : сведения о дате опубликования / Автор. – Количество страниц.

Например:

Патент РФ № 164083 Российская Федерация, С21D 1/00. Устройство электролитного нагрева металлических изделий : № 2015152006/02 : заявл. 03.12.2015 : опубл. 20.08.2016, Бюл. № 23 / Белкин П. Н., Кусманов С. А., Смирнов А. А. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Костромской государственной университет имени Н. А. Некрасова». 2 с.

А. с. СССР 870486, МКИ С23с 9/00. Способ химико-термической обработки изделий из металлов и сплавов : № 28753449 : заявл. 28.01.80 : опубл. 07.10.81, Бюл. № 37 / А. К. Товарков, В. Н. Дураджи ; заявитель и патентообладатель Институт прикладной физики АН Молдавской ССР. 2 с.

Стандарты

ГОСТ XXXX–год. Название. – Дата введения. – Место издания : Издательство, год издания. – Количество страниц.

Например:

ГОСТ 6309–93. Нитки швейные хлопчатобумажные и синтетические. Технические условия. – Введ. 1996–01–01. М. : Изд-во стандартов, 1995. 24 с.

Материалы из сети Интернет

Автор. Название материала (учебника, статьи и т. п.) : вид издания. – URL: электронный адрес сетевого ресурса (http) (сведения о дате обращения: число, месяц, год).

Например:

Сергеев Е. Ю. Вспомогательные (прикладные) дисциплины. Фотодело : учеб. пособие / Санкт-Петербургский гос. ун-т сервиса и экономики, 2010. URL: <https://www.litres.ru/sergeev-evgeniy-urevich/vspomogatelnye-prikladnye-discipliny-fotodelo> (дата обращения: 05.09.2017).

Рудовский П. Н., Соркин А. П., Смирнова С. Г. Проблемы технологии формирования ровницы для получения пряжи пониженной линейной прочности из льна // Научный вестник Костромского государственного технологического университета. 2010. № 2. URL: <http://vestnik.kstu.edu.ru/Images/ArticleFile/2010-2-6.pdf> (дата обращения: 02.10.2017).

Приказ Минфина РФ от 30.03.2001 № 26н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Учет основных средств“» ПБУ 6/01» : в ред. от 27.11.2006 // СПС «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 02.10.2017).

Концепция национальной безопасности РФ : утв. Указом Президента РФ от 17 декабря 1997 г. № 1300 : в ред. Указа Президента РФ от 10 января 2000 г. № 24. URL: http://oficery.ru/2008/01/31/jncercija_nacionalnoj_bezопасnosti_rf.html (дата обращения: 02.10.2017).

Global Fund Management & Administration PLC : официальный сайт компании. URL: <http://www.globalfund.ru> (дата обращения: 8.09.2017).

Отрасль в цифрах // ИА REGNUM : официальный сайт. URL: www.regnum.ru/news/777704.html (дата обращения: 02.10.2017).

Архивные материалы

Основное заглавие документа // Название архивохранилища. – Номер фонда, описи, порядковый номер дела по описи и т. д. Название фонда (можно не указывать). – Местоположение объекта ссылки в документе (номера листов дела).

Например:

Фомин А. Г. Материалы по русской библиографии // РО ИРЛИ. Ф. 568. Оп. 1. Д. 1. Л. 212.

Рекомендации по транслитерации

Перечень затекстовых библиографических ссылок на латинице (“References”) представляется согласно стилю оформления (Vancouver Style), принятому в редакции журнала.

К каждой библиографической записи необходимо найти верифицированный (используемый автором цитируемого источника) перевод названия статьи и названия журнала. Чаще всего перевод названия статьи, предложенный автором или редакторами журнала, можно найти на странице журнала в сети Интернет, или на странице журнала в РИНЦ на сайте <http://elibrary.ru>. Если такое название не удастся найти, но следует перевести название на английский язык самостоятельно, после такого перевода необходимо поставить звездочку* и в конце списка оставить примечание: **Перевод названия источника выполнен автором статьи / Translated by author of the article*. Звездочка ставится после каждого названия, переведенного лично автором статьи. Если перевод названия был найден в верифицированных источниках, звездочку ставить не надо.

Транслитерация производится с помощью автоматического транслитератора, например, <http://translit-online.ru>. Важно использовать системы автоматического перевода кириллицы в романский алфавит; не делать транслитерацию вручную.

При подготовке раздела References транслитерируются:

- фамилия, инициалы автора (если нет автора, то транслитерируется ФИО редактора, которые берутся из сведений об ответственности, размещенных в русскоязычном описании за одной косой чертой);
- название журнала/сборника;
- название места издания;
- название издательства.

Транслитерированные списки необходимо переработать с учетом следующих требований.

Все сведения об авторах статьи размещаются в начале библиографической записи (даже если авторов более трех). Перед инициалами в фамилиях запятая не ставится. Если в статье цитируется источник без авторства, то в начало библиографической записи выносятся данные о составителе издания или других лицах, упомянутых в сведениях об ответственности (с указанием роли в скобках после имени),

например: / ред. И. И. Иванов → Ivanov I. I. (ed).

Разделительные знаки между полями:

- при описании книг: London, Taylor & Francis, 2006. 216 p.
- при описании статей: 2008;451(7177):397–399.

Знаки препинания (в том числе кавычки) должны использоваться по правилам английского языка (необходимо заменять кавычки «елочки» на “лапки”).

Схема описания статьи:

- авторы (транслитерация);
- перевод названия статьи на английский язык;
- название русскоязычного источника (транслитерация) курсивом;
- перевод названия источника на английский язык в квадратных скобках;
- выходные данные (только цифровые);
- указание на язык книги (In Russ.). Приводится только для русскоязычных источников.

Например:

Zagurenko A. G., Korotovskikh V. A., Kolesnikov A. A., Timonov A. V., Kardymon D. V. Technical and economic optimization of hydrofracturing design. *Neftyanoe khozyaistvo* [Oil Industry]. 2008;11:54–57. (In Russ.)

Схема описания книги в целом (монографии и т. п.):

- авторы (транслитерация);
- перевод названия монографии на английский язык;
- выходные данные: место издания на английском языке, издательство на английском языке, если это организация (Moscow St. Univ. Publ.), и транслитерация, если издательство имеет собственное название с указанием на английском языке, что это издательство (Nauka Publ.);
- количество страниц в издании (500 p.);
- указание на язык книги (In Russ.).

Например:

Timoshenko S. P., Young D. H., Weaver W. Vibration problems in engineering. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1985. 472 p. (In Russ.)

Hindelang S., Krajewski M., eds. Shifting paradigms in international investment law: More balanced, less isolated, increasingly diversified. Oxford, Oxford University Press, 2015. 432 p.

Научное издание

ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

2022 – № 3(57)

ОКТАБРЬ

Рецензируемый периодический научный журнал

Учредитель и издатель:

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Костромской государственный университет»

Главный редактор

СМИРНОВА СВЕТЛАНА ГЕННАДЬЕВНА

кандидат технических наук, доцент

Издается с 1999 года

Журнал зарегистрирован

*Федеральной службой по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)
Свидетельство о регистрации: ПИ № ФС 77-75262 от 7.03.2019 г.*

16+

Подписной индекс 94269 в каталоге «Пресса России»

Редактор	О. В. Тройченко
Компьютерная верстка	Н. И. Поповой
Перевод	С. А. Грозовского

Издательско-полиграфический отдел
Костромского государственного университета

Подписано в печать 25.10.2022. Дата выхода в свет . Формат бумаги 60×90 1/8.

Печать трафаретная. Печ. л. 8,5. Заказ 197. Тираж 500.

Цена свободная.

Адрес учредителя, издателя и редакции журнала:
156005, Костромская обл., г. Кострома, ул. Дзержинского, 17
tik@ksu.edu.ru

Отпечатано ИПО КГУ
156005, г. Кострома, ул. Дзержинского, 17
Т. 49-80-84. E-mail: rio-kgtu@yandex.ru

Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны